



Samu Karlsson

## **Taitorakennerekisterin tunnelitiedon sisällön ja syötön kehittäminen**

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi  
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 24.6.2020

Valvoja: Professori Mikael Rinne

Ohjaaja: Diplomi-insinööri Vesa-Matti Matikainen

---

**Tekijä** Samu Karlsson

---

**Työn nimi** Taitorakennerekisterin tunnelitiedon sisällön ja syötön kehittäminen

---

**Maisteriohjelma** Georakentaminen

---

**Koodi** ENG23

---

**Työn valvoja** Professori Mikael Rinne

---

**Työn ohjaaja** Diplomi-insinööri Vesa-Matti Matikainen

---

**Päivämäärä** 24.6.2020

---

**Sivumäärä** 66, 14 liitesivua

---

**Kieli** Suomi

---

### Tiivistelmä

Taitorakennerekisteri on Väyläviraston taitorakenteiden tietovarasto ja omaisuudenhallintajärjestelmä. Siltarekisterin vuonna 2017 korvanneeseen Taitorakennerekisteriin on tällä hetkellä syötetty noin 20000 sillan ja 77 tunnelin tietoa. Siltarakenteiden tiedonsyötön volyymi on siis huomattava verrattuna tunneleihin, joiden tietoja on vasta viime vuosina ryhdytty syöttämään vilkkaammin. Vuonna 2018 Väylävirasto julkaisi ohjeen Taitorakenteiden tiedon käsittely, joka ohjeistaa tiedon syöttämistä ja dokumenttien viemistä rekisteriin. Julkaisu on tämän hetken hallitseva taitorakenteiden tiedon syöttämisen ohje, mutta kyseessä on lähtökohtaisesti Taitorakennerekisterin siltatietojen sisältötarpeita palveleva ohje.

Tämän diplomityön tarkoituksena on tutkia ja kehittää Taitorakennerekisterin tunnelitiedon sisältöä ja syöttöä. Taitorakennerekisterin tunneleiden tietosisällön tarpeet eivät ole tarkasti tiedossa, niitä ei ole kartoitettu, eivätkä tunnelitiedon syöttämisen käytännöt ole vakiintuneet. Diplomityössä selvitetään tunnelien tiedonsyötön keskeiset kehityskohdat. Tutkimusmenetelminä käytetään empiiristä tutkimusta, asiantuntijahaastatteluja sekä kirjallisuustutkimusta.

Empiirinen tutkimus käsittää yhden Väyläviraston omistaman tunnelin tietojen syöttämisen Taitorakennerekisteriin sekä tähän liittyvän prosessin kuvaamisen ja havaintojen tekemisen. Syötettyä tietosisältöä verrataan Taitorakennerekisteriin jo syötettyihin tunneleihin sekä myös siltoihin. Henkilöhaastattelujen tavoite on muodostaa käsitys Taitorakennerekisteriä käyttävien henkilöiden kokemuksista, tietotarpeista ja toiveista. Kirjallisuustutkimuksessa luodaan katsaus olemassa olevaan ohjeistukseen ja Taitorakennerekisterin tiedonmuokkaajakoulutuksen aineistoon sekä ulkomaisiin taitorakennerekistereihin.

Useat empiirisessä tutkimuksessa ja monissa asiantuntijahaastatteluissa esiin nousseista kehitysehdotuksista olivat identtisiä. Tämä antaa uskoa, että tutkimuksen tuloksena tunnistettiin keskeisiä kehityskohtia, jotka ratkaisemalla Taitorakennerekisterin tiedon laatua ja hyödynnettävyyttä voidaan parantaa laajemman käyttäjäryhmän yhteisesti suosimaan suuntaan.

Diplomityössä annettiin ratkaisuehdotuksia ja suosituksia analysoitavista kohteista edelleen käyttökelpoisemman rekisterin ja toimintatapojen saavuttamiseksi. Taitorakenteeseen syötetyn tarpeellisen tiedon optimaalinen määrä, rakennetietojen syöttämisen tarkkuustaso ja oikeellisuuden varmistaminen, rakenneosien määrittäminen tarkastuslinjaruudukkoon ja dokumenttien linkittäminen olivat usein toistuvia kehitysteemoja.

Tämä diplomityö on myös esiselvitys, jonka perusteella tullaan laatimaan ehdotus jatkotyönä kirjoitettavan tunnelitiedon syöttöohjeen sisällöksi.

---

**Avainsanat** Taitorakennerekisteri, kalliorakentaminen, tunneli, omaisuudenhallinta

---

---

**Author** Samu Karlsson

---

**Title of thesis** Developing tunnel data content and entry in the Register of Engineering Structures

---

**Master programme** Geoengineering

---

**Code** ENG23

---

**Thesis supervisor** Professor Mikael Rinne

---

**Thesis advisor** M.Sc. Vesa-Matti Matikainen

---

**Date** June 24, 2020

---

**Number of pages** 66, 14  
appendix pages

---

**Language** Finnish

---

---

**Abstract**

Taitorakennerekisteri (Register of Engineering Structures; engineering structures are defined as structures that require construction design based on structural strength calculations) is Väylävirasto's (Finnish Transport Infrastructure Agency) data repository and asset management system. Taitorakennerekisteri, which replaced Siltarekisteri (Bridge Register) in 2017, currently contains data on about 20000 bridges and 77 tunnels. The volume of data input for bridge structures is thus considerable compared to tunnels, for which data entry has only become more active in recent years. In 2018, Väylävirasto published a guide, Taitorakenteiden tiedon käsittely, which provides instructions for entering information and documents in the register. The publication is currently the dominant guide for entering data of engineering structures, but it is basically a guide that serves the content needs of bridge information in Taitorakennerekisteri.

The purpose of this master's thesis is to study and develop the content and entry of tunnel data in Taitorakennerekisteri. Tunnel information content needs are not precisely known, they have not been mapped out and the practices for entering tunnel information are not well established. The main development points of tunnel data entry are investigated in the thesis. The research methods used are empirical research, expert interviews and literature research.

Empirical research involves entering the data of one tunnel owned by Väylävirasto into Taitorakennerekisteri, describing the related process and making observations. The entered data content is compared with tunnels that have already been entered in Taitorakennerekisteri as well as bridges. The goal of the personal interviews is to form an understanding of the experiences, information needs and wishes of the persons using Taitorakennerekisteri. The literature review provides an overview of the existing guidelines and the data editor training material of Taitorakennerekisteri, as well as foreign registers of engineering structures.

Several of the development suggestions that emerged from the empirical research and expert interviews were identical. This suggests that the study identified key development areas, and by solving them the quality and usability of data in Taitorakennerekisteri can be improved in a direction commonly favored by a wider group of users.

The thesis provided proposed solutions and recommendations for items to be analyzed in order to achieve a more useful register and operating procedure. The optimal amount of necessary information entered into Taitorakennerekisteri, the level of accuracy and validity of the structural data to be entered, the defining of the components in the inspection line grid and the linking of documents were recurring development themes.

This thesis is also a preliminary study on the basis of which a proposal will be prepared for the content of the subsequent tunnel data entry guide.

---

**Keywords** Register of engineering structures, rock engineering, tunnel, asset management

---

## Alkusanat

*Tämä diplomityö on tehty Väyläviraston tilauksesta. Diplomityö kirjoitettiin A-Insinöörit Civil Oy:n Geo- ja kallioteknikka -yksikön palveluksessa.*

*Työn valvojana toimi professori Mikael Rinne Aalto-yliopistosta ja ohjaajana Vesa-Matti Matikainen A-Insinöörit Civil Oy:stä. Ohjausryhmään kuului myös Simo Nykänen Väylävirastosta.*

*Haluan kiittää työn valvojana toiminutta professori Mikael Rinnettä hyödyllisistä neuvoista ja palautteesta. Työni ohjaajaa Vesa-Matti Matikaista kiitän diplomityön aiheen ehdottamisesta ja siihen perehdyttämisestä. Oivalliset kommentit, kannustus, kuri ja joustavuus ovat olleet tärkeitä kirjoittamisen aikana. Kanssasi on ollut todella hienoa työskennellä. Kiitos Vesku. Haluan myös kiittää Simo Nykästä arvokkaista kommentteista.*

*Kiitän suuresti tämän diplomityön toteutuksen mahdollistaneita A-Insinöörien Geo- ja kallioteknikan yksikön Paula Pohjanperää ja Ilona Häkkistä. Työn kirjoittamisen ansiosta olen päässyt perehtymään mielenkiintoiseen ja kehittyvään koko kalliorakentamisen alaa palvelevaan aiheeseen. Arvostan myös henkilöitä, jotka ovat osaltaan vaikuttaneet työn sisältöön: Markku Äijälää ja Antti Rytköstä Väylävirastosta sekä Heikki Saarikiveä ja Ari Hussoa A-Insinööreiltä. Kiitos kuuluu luonnollisesti myös kaikille haastatelluille asiantuntijoille, joiden näkemykset olivat merkittävän olennaisia työn tulosten kannalta. Eikä suinkaan vähäisimpänä kiitän ja kumarran mahtaville menneille ja nykyisille kollegoille sekä opiskelutovereille.*

*Lopuksi haluan lausua kiitokset lähipiirilleni; rakkaille vanhemmilleni ja Pialle. Lämmin kiitos vankkumattomasta tuesta, kannustuksesta, kärsivällisyydestä ja läsnäolosta niin opintien kuin elämänpolunkin varrella. Vaikeaa tai huikeaa - eiväthän nuo taipaleet oikeastaan toisistaan paljoa edes eroa.*

*Kyllä se polveilevakin polku perille vie. Tästä saavutuksesta on hyvä edetä.*

Porvoo 24.6.2020



Samu Karlsson

## Sisällysluettelo

Tiivistelmä	
Abstract	
Alkusanat	
Sisällysluettelo.....	4
Määritelmät .....	6
1 Johdanto.....	7
1.1 Työn tausta .....	7
1.2 Tutkimusmenetelmät, -aineisto ja -kysymykset .....	8
1.3 Työn rajaus.....	8
2 Väyläviraston Taitorakennerekisteri .....	10
2.1 Yleistä Taitorakennerekisteristä .....	10
2.2 Taitorakennerekisterin tunnelitiedon rakenne .....	11
2.2.1 Perustiedot.....	12
2.2.2 Kunto ja tapahtumat.....	15
2.2.3 Rakennetiedot.....	16
2.2.4 Kuvat.....	21
2.2.5 Dokumentit.....	23
2.3 Taitorakennerekisterin tunneleiden tietosisällön nykytila .....	23
3 Isokylän tunnelin tiedon syöttäminen .....	25
3.1 Yleistä Isokylän tunnelista .....	25
3.2 Syötettävän tunnelin lähtötiedon kerääminen .....	27
3.3 Tietojen syöttäminen.....	28
3.3.1 Lähtötilanne.....	28
3.3.2 Päärakennneosien ja mittalinjojen luominen .....	28
3.3.3 Isokylän ajoneuvo- ja yhdystunneleiden paalutus.....	32
3.3.4 Rakennetietojen syöttäminen .....	38
3.3.5 Dokumenttien lisäämisestä tehdyt havainnot.....	43
4 Taitorakennerekisterin käyttäjien tietotarpeet .....	45
4.1 Haastattelututkimuksen kuvaus .....	45
4.2 Asiantuntijahaastatteluista tunnistetut tarpeet.....	46
5 Vertailu Taitorakennerekisterin siltatietoihin ja muihin taitorakennerekistereihin	49
5.1 Vertailu Taitorakennerekisteriin syötettyihin siltatietoihin .....	49
5.2 Vertailu muihin taitorakennerekistereihin.....	50
6 Tunnelien tietosisällön keskeiset kehityskohdat.....	52
6.1 Perustietojen syöttäminen .....	52
6.1.1 Yleistiedot .....	54
6.1.2 Sijainti- ja geometriatiedot.....	56
6.1.3 Tunnelityypit.....	56
6.1.4 Väylä- ja liikennetiedot sekä lähdetiedot .....	57
6.1.5 Perusraportti .....	57
6.2 Kunto- ja tapahtumatietojen syöttäminen .....	57
6.3 Rakennetietojen syöttäminen .....	57

6.4	Kuvien lisääminen rekisteriin.....	59
6.5	Dokumenttien lisääminen rekisteriin.....	60
6.6	Yleiset kehitysehdotukset.....	61
7	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	62
7.1	Yleistä .....	62
7.2	Suositukset jatkotoimenpiteiksi.....	63
	Lähdeluettelo .....	64

Liite 1. Haastattelukutsu

Liite 2. Haastattelukysymykset

Liite 3. Dokumentteihin liitettävät tiedot

Liite 4. Tunneleiden rakennekuvauksen tiedon hierarkia rakenneosiin asti

## Määritelmät

<b>Taitorakenne</b>	Taitorakenteita ovat kaikki sellaiset rakenteet, joiden rakentamiseksi on laadittava lujuuslaskelmiin perustuvat suunnitelmat ja / tai joiden rakenteellinen vaurioituminen suunnittelu- tai rakennusvirheen seurauksena saattaa aiheuttaa vaaraa ihmisille tai liikennejärjestelmälle ja merkittäviä korjauskustannuksia rakenteelle tai sen välittömälle ympäristölle. (Liikennevirasto 2013)
<b>Taitorakennerekisteri</b>	Siltarekisterin korvaava, taitorakenteiden ominaistietojen organisoitu rekisteri. Rekisteri sisältää rakenteiden perus-, kantavuus-, tarkastus-, korjaus- ja historiatiedot. Taitorakennerekisteri sisältää hallinnollisten ja rakenteellisten tietojen lisäksi mm. vaurio- ja kuntotietoa silloista, tunneleista, rautatierummuista, merimerkeistä, tie- ja yhteysaluslaitureista sekä kanavarakenteista. Väyläviraston lisäksi järjestelmää käyttävät myös useat kunnat. (Liikennevirasto 2013, 2018b)
<b>YIV</b>	Rakennustietosäätöön erityispäätoimikunta buildingSMART Finland (bSF) ja sen Infra-toimialaryhmä vastaa Yleiset inframallivaatimukset -ohjeiston (YIV) julkaisemisesta. Yleiset inframallivaatimukset toimivat inframallintamisen yleisinä ohjeina ja vaatimuksina yhdessä InfraBIM-nimikkeistön ja tiedonsiirtoformaattien määrittelyjen kanssa. (buildingSMART Finland 2019)

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Tämä diplomityö tehdään Väyläviraston tilauksesta. Diplomityö on kirjoitettu A-Insinöörit Civil Oy:n Geo- ja kalliotekniikka -yksikön palveluksessa.

Väyläviraston Taitorakennerekisterin käyttöönoton yhteydessä vuonna 2017 sen edeltäjän Siltarekisterin tiedot siirrettiin Taitorakennerekisteriin. Tunneleiden osalta siirretyn tiedon määrä oli vähäinen, ja se koski lähinnä yleistietoja eikä kattanut rakennetietoja.

Taitorakennerekisterin tunnelitiedon määrä on vähitellen kasvanut. Taitorakennerekisteriin on lisätty olemassa olevien tunnelien tietoja, mutta toistaiseksi Taitorakennerekisteriin on syötetty ainoastaan yhden rekisterin käyttöönoton jälkeen uudiskohteena valmistuneen tunnelin tiedot.

Taitorakennerekisterissä on tämän diplomityön kirjoittamisen hetkellä yli 41000 taitorakennetta. Siltojen osuus tästä on noin 20000, kun taas tunneleita on 77 kappaletta – 32 tietunnelia ja 45 rautatietunnelia. Siltarakenteiden tiedonsyötön volyymi ja aktiivisuus on siis huomattava verrattuna tunneleihin.

Taitorakennerekisterin tunneleiden tietosisällön tarpeet eivät ole tarkasti tiedossa, niitä ei ole kartoitettu, eivätkä tunnelitiedon syöttämisen käytännöt ole vakiintuneet. Tämä diplomityö syntyi tarpeesta kehittää Taitorakennerekisterin tunneleiden tiedon syöttöä ja tietosisältöä.

Diplomityön ensimmäisenä tavoitteena on Väyläviraston Taitorakennerekisterin tunneleiden tietosisällön kehittäminen. Tavoitteeseen sisältyy tunnelien tiedonsyötön prosessin selkeyttäminen sekä Taitorakennerekisterin tietosisällön yhtenäistäminen, laajentaminen ja vakiinnuttaminen vastaamaan rekisteriä käyttävien osapuolten käytännön tarpeita. Diplomityön toisena tavoitteena on tunnistaa Taitorakennerekisterin tunneleiden tietosisällön keskeiset kehityskohdat, jonka pohjalta muodostetaan ehdotus jatkotyönä kirjoitettavan tunnelitiedon syöttöohjeen sisällöksi.

Diplomityössä tullaan esittelemään Taitorakennerekisterin tiedon rakenne sekä yleiset ominaisuudet. Diplomityön tutkimusmenetelminä käytetään kirjallisuustutkimusta, asiantuntijahaastatteluja sekä empiiristä tutkimusta, joka käsittää yhden olemassa olevan tunnelin tiedon syöttämisen Taitorakennerekisteriin. Näistä tutkimuksesta saadut tiedot ja kokemukset yhdistetään tunnistetuiksi tunnelien tietosisällön kehityskohteiksi.

Diplomityö julkaistaan myös Väyläviraston opinnäytetyönä ja diplomityön pohjalta kirjoitettava tunnelitietojen syöttöohje Väyläviraston ohjeena.



## **1.2 Tutkimusmenetelmät, -aineisto ja -kysymykset**

Tämän diplomityön tutkimusmenetelminä käytetään empiiristä tutkimusta, henkilöhaastatteluja sekä kirjallisuustutkimusta.

Empiirinen tutkimus käsittää yhden Väyläviraston omistaman tunnelin tietojen syöttämisen Taitorakennerekisteriin sekä tähän liittyvän prosessin kuvaamisen mukaan lukien syötettävän tunnelin lähtötiedon hankkimisen. Syötettyä tietosisältöä verrataan Taitorakennerekisteriin jo syötettyihin tunneleihin sekä myös siltoihin.

Henkilöhaastattelujen tavoite on muodostaa käsitys Taitorakennerekisteriä käyttävien henkilöiden kokemuksista, tarpeista ja toiveista. Selvityksessä tilaajan ja muiden osapuolten kanssa kartoitetaan, mitkä tiedot ovat haastateltavien oman työn kannalta tarpeellisia syötettäväksi Taitorakennerekisteriin.

Kirjallisuustutkimuksessa luodaan katsaus olemassa olevaan ohjeistukseen ja Taitorakennerekisterin tiedonmuokkaajakoulutuksen aineistoon. Liikenneviraston (1.1.2019 alkaen Väylävirasto) julkaisu LO 36/2018 Taitorakenteiden tiedon käsittely ohjeistaa tiedon syöttämisen Taitorakennerekisteriin ja dokumenttien toimittamisen arkistoon, ollen näin tämänhetkinen hallitseva taitorakenteiden tiedon syöttämisen ohje. Kyseisen julkaisun sisältö keskittyy kuitenkin voimakkaasti siltatietoihin. Taitorakennerekisterin tunneleiden muokkaajakoulutus koostuu kahdesta osasta: yleinen teoria ja tiedon syöttäminen. Muokkaajakoulutus perehdyttää Taitorakennerekisterin periaatteisiin ja tiedonsyöttöön erityisesti tunnelitietojen näkökulmasta.

Diplomityön tutkimuskysymyksiin kuuluvat:

- Miten Taitorakennerekisteri tunneleiden osalta rakentuu?
- Mitä tunnelitietoa Taitorakennerekisteriin on syötetty?
- Mitä rakenneosia, ominaisuustietoja ja dokumentteja tulee syöttää?
- Mikä on tiedon minimivaatimus?
- Miten tiedon oikeellisuus tarkastetaan?
- Millä perusteilla tunnelin tiedonsyöttöohje tullaan laatimaan?

## **1.3 Työn rajaus**

Tässä diplomityössä keskitytään Taitorakennerekisterin tunneleiden tietojen sisältöön, rakenteeseen, laajuuteen ja tarkkuuteen. Muiden taitorakenteiden tietosisältöön ja rakenteisiin voidaan viitata ja niitä voidaan verrata tunneleihin, mutta

Taitorakennerekisterin muiden taitorakenteiden kehitystyö ei kuulu tämän diplomityön tavoitteisiin.

Liikenneviraston julkaisu Taitorakenteiden tiedon käsittely LO 36/2018 (Liikennevirasto 2018b) ohjeistaa yleisesti taitorakenteiden suunnitelmätietojen ja rakennus- sekä korjaustöiden toteumatietojen viennin Taitorakennerekisteriin. Edellä mainitun ohjeen päivitystyö ei kuulu tämän diplomityön piiriin.

Taitorakennerekisterin ylläpidosta, päivittämisestä ja toiminnallisuuden varmistamisesta vastaa Solita Oy.

Tämän diplomityön kehitystyön ja sen kautta laaditun ohjeistuksen tavoitteena ei ole tunnelien tarkastustoiminnan ohjeistuksen tai tiedonmuokkaajakoulutuksen sisällön päivitystyö. Diplomityön ja sen jatkokyönä syntyvä Taitorakennerekisterin tunnelitiedon syöttämisen ohje tulee kuitenkin jatkossa vaikuttamaan Taitorakennerekisterin tunneleiden tiedonmuokkaajakoulutuksen sisältöön.

Liikennetunneleiden suunnittelu toteutetaan enenevässä määrin tietomallien avulla. Tämän diplomityön kirjoittamisen hetkellä käytössä olevia Taitorakennerekisteriin syötettyjä tunneleita ei ole mallinnettu kattavasti. Tulevaisuudessa tietomallipohjaisesti rakennettavien tunnelimallien tietosisällön tulee olla yhdenmukainen voimassa olevien Yleisten inframallivaatimusten YIV (buildingSMART Finland 2019) ja Väyläviraston tietomalliohjeiden kanssa, ja tietomalleista tulee saada tiedot omaisuudenhallinnan välineeseen, Taitorakennerekisteriin. Tämän mahdollisen tulevan tiedonsiirron rajapinnan, tietosisällön ja siirtoformaattien kehittäminen ei kuulu tämän diplomityön tavoitteisiin.

## 2 Väyläviraston Taitorakennerekisteri

### 2.1 Yleistä Taitorakennerekisteristä

Taitorakennerekisteri on Väyläviraston taitorakenteiden tietovarasto ja omaisuudenhallintajärjestelmä.

Taitorakennerekisteri otettiin käyttöön 22.2.2017 (Väylävirasto 2017). Se korvasi vuodesta 1990 käytössä olleen edeltäjänsä Siltarekisterin (Liikennevirasto 2016).

Taitorakennerekisteri on taitorakenteiden ominaistietojen organisoitu rekisteri. Se sisältää rakenteiden olennaista elinkaaritietoa dynaamisen ja digitaalisen omaisuudenhallinnan tukemiseksi: suunnitelma-, tarkastus-, korjaus- ja toteumatietoa. Tiedot pidetään ajantasaisina, joka mahdollistaa voimassa olevan informaation löytämisen. Taitorakennerekisteri sisältää hallinnollisten ja rakenteellisten tietojen lisäksi mm. vaurio- ja kuntotietoa silloista, tunneleista, rautatierummuista, merimerkeistä, tie- ja yhteysaluslaitureista sekä kanavarakenteista. Väyläviraston lisäksi järjestelmää käyttävät myös useat kunnat, ELY-keskukset ja konsultit. Taitorakennerekisteriin kirjataan muun muassa yleis- ja erikoistarkastusten tuottamaa kuntotietoa, tallennetaan valokuvia, ja se toimii korjausten ohjelmoinnin apuvälineenä. (Liikennevirasto 2014, 2018b, Männistö 2016)

Yksi Taitorakennerekisterin alkuperäisistä tehtävistä oli koota hajallaan olevat taitorakenteiden tiedot yhteen tietojärjestelmään. Ennen Taitorakennerekisterin käyttöönottoa osa taitorakenteiden tiedosta oli tallennettu Siltarekisteriin ja osa muihin tietojärjestelmiin. Siltarekisteriin oli tallennettu tie- ja rautatiesillat, maanteihin liittyvät laitur- ja lauttapaikkatiedot sekä tietunnelit. Ratapurkki-järjestelmään oli tallennettu rautatietunnelien tiedot. Liikenneviraston muihin tietojärjestelmiin oli tallennettu merenkulun turvalaitteiden tiedot (Vatu = Turvalaiterekisteri ja Reimari = väylänhoidon tietojärjestelmä), sulkukanaviin liittyviä tietoja (Väre = Väylärekisteri ja Lockl = kanavien liikenne- huolto- ja viankorjaus seurantasovellus) sekä johteisiin liittyviä tietoja (Kare = Kartoitusrekisteri). (Liikennevirasto 2013)

”Perinteisessä taitorakenteiden hallintaprosessissa on ollut haasteita tiedon viemisessä omaisuudenhallintaan. Valmistuneiden taitorakenteiden osalta ylläpito joudutaan usein aloittamaan vajailla tiedoilla ja rakenteiden tietosisältö on ollut puutteellista. Rakenteista on ollut vähän tietoa ennen ensimmäistä yleistarkastuskierrosta, jolloin rakenteet ovat tyypillisesti ehtineet jo 5–7 vuoden ikään. Aiemmat rajoitukset tiedon tallentamisessa ovat aiheuttaneet tiedon puutteita, esimerkiksi rakentamisen aikainen tieto ei ole ollut käytössä yllä- ja kunnossapidossa. Tavoitteena on, että jatkossa järjestelmä mahdollistaisi väylän käyttäjien tiedottamisen esimerkiksi korjaamisesta tai muista väliaikaisista häiriöistä.” (Liikennevirasto 2018b)

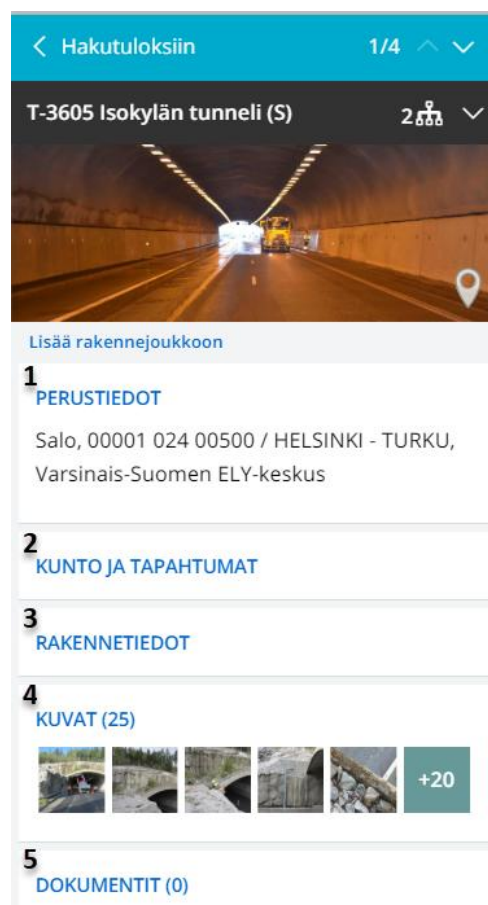
Väylävirasto myöntää Taitorakennerekisterin henkilökohtaisen käyttöoikeuden hakemusten perusteella. Tietojen ylläpito ja muokkaaminen edellyttää koulutuksen suorittamista hyväksytysti. Koulutuksen hyväksytty läpäiseminen edellyttää sekä kirjallisen tentin läpäisemistä että varsinaisen testitiedon onnistunutta syöttämistä Taitorakennerekisteriin. Extranet-palveluiden kuten Taitorakennerekisterin käyttäminen edellyttää voimassa olevaa perustetta, joka kuvaa tarpeen palveluiden käyttämiselle. Tällainen peruste voi olla esimerkiksi toimeksiantosopimus, urakkasopimus tai muu Väyläviraston ja kumppaniorganisaation välinen sopimus. Käyttöoikeus on yleensä määräaikainen, jonka jälkeen se raukeaa automaattisesti. Käyttöoikeuksia on eri tasoisia: katselija, muokkaaja tai kunnossapitäjä. (Taitorakennerekisteri 2020)

## 2.2 Taitorakennerekisterin tunnelitiedon rakenne

Tässä kappaleessa kuvattu tunnelitiedon rakenne vastaa Taitorakennerekisterissä diplomityön kirjoitushetkellä olevaa rakennetta.

Taitorakennerekisteriin syötettyjen rakenteiden tiedot jakaantuvat viiteen pääkategoriaan. Pääkategoriajako pätee kaikkiin Taitorakennerekisterissä oleviin taitorakenteisiin.

Tiedon viisi pääkategoriaa on esitetty kuvassa 1:



Kuva 1. Taitorakennerekisterin tiedon viisi pääkategoriaa.

Seuraavassa viidessä alaluvussa tarkastellaan jokaisen pääkategorian alakategorian tietosisältöä. Kategorioiden hierarkkinen rakenne on esitetty kuvassa 2.

Taitorakennerekisterin tietorakenne					
PÄÄKATEGORIAT	ALAKATEGORIAT				
	1. Perustiedot	2. Kunto ja tapahtumat	3. Rakennetiedot	4. Kuvat	5. Dokumentit
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yleistiedot</li><li>• Sijainti- ja geometriatiedot</li><li>• Väylä- ja liikennetiedot</li><li>• Lähdetiedot</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kunto ja vauriot, tilanneraportti</li><li>• Tarkastajaa palvelevat tiedot</li><li>• Tarkastukset ja muut tapahtumat</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Liikennetunnelit</li><li>• Tekniset tilat ja yhteydet</li><li>• Yleisötilat ja yhteydet</li><li>• Laitteet ja varusteet</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yleiskuvat</li><li>• Rakenneosa-kuvat</li><li>• Työkuvat</li><li>• Vauriokuvat</li><li>• Ilmakuvat</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Suunnittelu-asiakirjat</li><li>• Rakentamis-asiakirjat</li><li>• Tarkastusraportit</li></ul>

Kuva 2. Pääkategorioiden ja alakategorioiden hierarkia.

### 2.2.1 Perustiedot

Perustiedot-pääkategoria jakautuu neljään alakategoriaan. Perustietojen rakenne on taitorakennekohtainen. Tunneleiden perustietojen neljä alakategoriaa on esitetty kuvassa 3. Perustiedoissa näkyvät sijaintikunta, väylätiedot sekä kunnossapitäjä. Nämä tiedot tulevat perustietojen alakategorioiden sisältämistä tiedoista. Tunnelien perustietoja ei tällä hetkellä ole vakinaistettu, ja esimerkiksi tunnelin pituus ei toistaiseksi näy perustiedoissa.

Perustietojen lehdellä näkyy lisäksi tarkasteltavan taitorakenteen tietojen viimeisin muokkaaja ja ajankohta.

The screenshot shows the 'Perustiedot' section of the application. It includes a list of four sub-categories: 1. Yleistiedot, 2. Sijainti- ja geometriatiedot, 3. Väylä- ja liikennetiedot, and 4. Lähdetiedot. Below the list, it shows the last update by Samu Karlsson on 26.02.2020.

Kuva 3. Perustietojen neljä alakategoriaa.

Siltojen perustietojen alakategorioihin kuuluvat kuvassa 3 esitettyjen tunneleiden alakategorioiden lisäksi myös siltatyytit, poikkileikkaustiedot, putket ja kaapelit sekä perusraportti.

Yleistiedot, jotka on esitetty kuvassa 4, sisältävät tunnelin tietoja kuten nimi, tunnus, sijainti, valmistumisvuosi, omistaja ja kunnossapitäjä.

< Yleistiedot		
TUNNUS	NIMI	
T-3605	Isokylän tunneli	
KESKIPISTESIJAINTI (ETRS-TM35FIN)	SIJAINTI / WGS84	
N 6704237,000 / E 288197,000	Lat 60° 25' 7,538" / Lon 23° 9' 9,134"	
SIJAINTI TIEOSOITTEESTA / ETRS-TM35FIN	SIJAINTI TIEOSOITTEESTA / WGS84	
<i>tieto puuttuu</i>	<i>tieto puuttuu</i>	
VALMISTUMISVUOSI	PERUSPARANNUSVUOSI	
2003	<i>tieto puuttuu</i>	
KÄYTTÖTARKOITUS	<i>tieto puuttuu</i>	
OMISTAJA	EDELLINEN OMISTAJA	KUNNOSSAPITÄJÄ
Väylävirasto (1.1.2019 alkaen)	Liikennevirasto (1.1.2003 - 31.12.2018)	Varsinais-Suomen ELY-keskus
VÄYLÄNPITO		
Tieverkko		
SIJAINTIKUNTA		
Salo (Varsinais-Suomi)		
YMPÄRISTÖRASITUS		
Kaupunki		
ASEMA VÄYLÄVERKOLLA		
Yleinen tie		
ADR-TUNNELILUOKKA	<i>tieto puuttuu</i>	
HUOMAUTUKSET		
Suunnitelmat R17 / ...		

**Kuva 4. Tunnelin yleistiedot.**

Sijainti- ja geometriatieto sisältää rakenteen sijainnin, joka löytyy myös yleistiedoista. Päärakennosalle, kuvassa 5 Ajoneuvotunneli Pohjoinen, on syötetty geometriatieto koordinaattipisteinä. Tunnelin mittalinja piiryy karttanäkymälle näiden koordinaattipisteiden perusteella. Tämä tarkoittaa, että päärakennos tulee luoda Taitorakennerekisteriin ennen kuin geometriatietoja voidaan syöttää.

Sijainti- ja geometriatiedot

Rakenteen keskipiste

RAKENTEEN KESKIPISTE / ETRS-TM35FIN

N 6704237,000 / E 288197,000

RAKENTEEN KESKIPISTE / WGS84

Lat 60° 25' 7,538" / Lon 23° 9' 9,134"

KESKIPISTEEN TARKKUUSTASO

tieto puuttuu

Rakenteen geometria

T-3605 Isokylän tunneli (S)

Liikennetunnelit

Ajoneuvotunneli Pohjoinen

Viiva

Ajoneuvotunneli Etelä

Viiva

Tekniset tilat ja yhteydet

Yhdystunneli YL Länsi

Viiva

Ajoneuvotunneli Pohjoinen

RAKENNEOSA

Ajoneuvotunneli Pohjoinen

RAKENNEOSARYHMÄ

Liikennetunnelit

RAKENNEOSATYYPPI

Ajoneuvotunneli

Geometria

TARKKUUSTASO

tieto puuttuu

1: Viiva	X ETRS89 / TM35FIN	Y ETRS89 / TM35FIN	Z N2000
1.1	E 287995,360	N 6704273,042	H +41,980
1.2	E 288015,292	N 6704271,456	H +41,442
1.3	E 288035,215	N 6704269,752	H +40,904
1.4	E 288055,127	N 6704267,930	H +40,367
1.5	E 288075,028	N 6704265,992	H +39,829

Kuva 5. Päärakenneosan ajoneuvotunneli pohjoinen sijainti- ja geometriatiedot.

Väylä- ja liikennetiedot kuvassa 6 sisältävät tienumeron, tieosan ja etäisyyden tienosan alusta numerosarjana. Väylän nimen, väylätyypin ja toiminnallisen luokan lisäksi tieto ilmoitetaan myös mahdollisista ylittävistä ja silloilla alittavista väylistä. Tässä tapauksessa toinen ylittävä tien nimi tunnetaan, mutta toisella tiellä ei ole lainkaan nimeä.

Väylä- ja liikennetiedot	
<b>Väylätiedot</b>	
00001 024 00500   HELSINKI - TURKU	Tie   Pääväylä   valtatie
<i>tieto puuttuu</i>	Tie   Ylittävä väylä   yksityistie
Isokyläntie	Tie   Ylittävä väylä   yksityistie

Kuva 6. Isokylän tunnelin väylä- ja liikennetiedot.

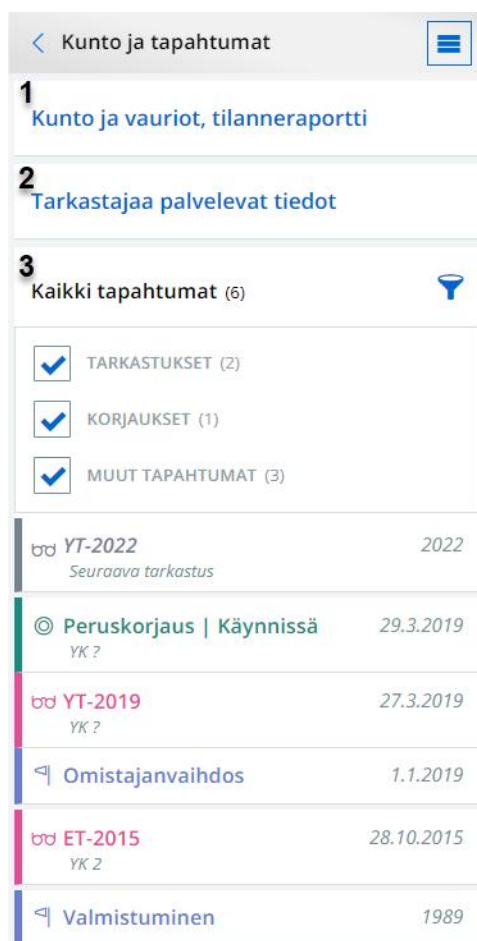
Tunnelin lähdetiedoista kuvassa 7 ilmenee muun muassa ajankohta milloin tunneli on avattu Taitorakennerekisteriin, mistä lähteestä tiedot on siirretty ja koska tietoja on viimeksi muokattu.

Lähdetiedot		
YKSILÖINTITUNNUS		
TIETOA HALLINNOIVA JÄRJESTELMÄ	LÄHDE	LÄHDEVIITE
Taitorakennerekisteri	Siltarekisteri	367928
LUOTU	VIIMEISIN MUOKKAUS	
24.03.2017 klo 14:39	02.03.2020 klo 06:43	

Kuva 7. Isokylän tunnelin lähdetiedot.

## 2.2.2 Kunto ja tapahtumat

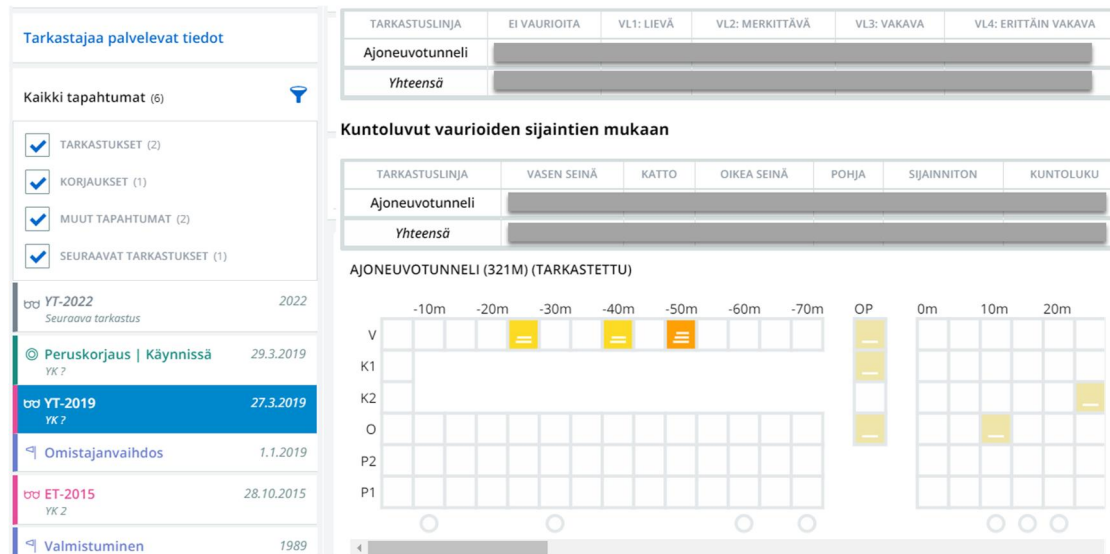
Kunto ja tapahtumat -pääkategoria jakautuu kolmeen alakategoriaan, jotka on esitetty kuvassa 8. Kunto ja -tapahtumat pääkategorian rakenne on kaikille taitorakenteille sama. Tämä pääkategoria sisältää tarkastajien ja kunnossapitäjien tuottamaa tietoa. Kunto- ja tapahtumat -pääkategoriasta näkee mm. tunnelin tarkastus- ja huoltohistorian. Kaikki tapahtumat -alakategoria sallii eri tapahtumien suodattamisen. Muihin tapahtumiin kuuluvat tiedot valmistumisesta, omistajan vaihdosta ja seuraavasta tarkastuksesta.



Kuva 8. Kunto ja tapahtumat -pääkategoria.

Kunto ja vauriot -alakategoria kuvassa 9 sisältää koostetun tilanneraportin. Mikäli alempana tapahtumissa sijaitsevilla tarkastuksissa ja korjauksissa havainnoille tai toimenpiteille on syötetty kuntoluku sijainnin mukaan, näkyy se täällä.



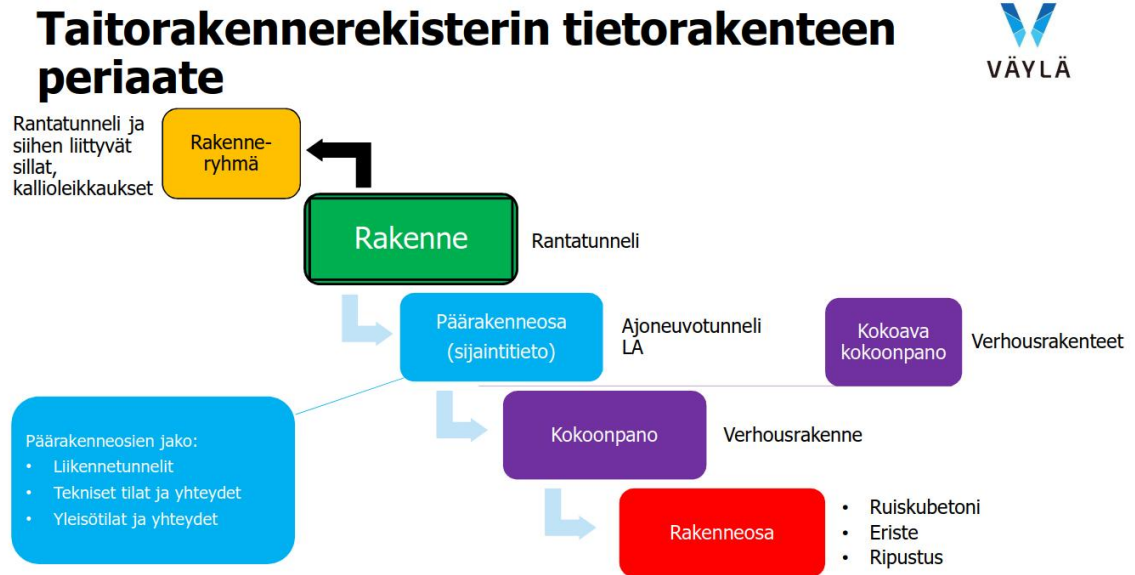


Kuva 9. Kunto ja vauriot tilanneraportti.

Tarkastajaa palvelevat tiedot -alakategoria sisältää asioita, jotka tulee ottaa huomioon tarkastusta tehdessä. Tällaisia aputietoja ovat muun muassa liikkumisrajoitukset, tarvittavat tarkastusvälineet sekä tunnelissa sijaitsevat kiinteät tarkastuslaitteet kuten tarkastusluukkujen lukumäärä.

### 2.2.3 Rakennetiedot

Rakennetiedot-pääkategoria sisältää kuvauksen tunnelin muodostavan ja siihen liittyvien rakenteiden suhteista ja ominaisuuksista. Taitorakennerekisterin rakennekuvauksen tieto noudattaa hierarkiaa. Tämä on havainnollistettu kuvassa 10. Rakennetiedot sisältävät jäsenneltyä suunnitelmätietoa. Tarkastaja hyödyntää Taitorakennerekisterin ominaisuus- ja sijaintitietoja havaitessaan vaurioita. Näin kirjatut havainnot ovat suoraan yhdistetty Taitorakennerekisterissä sijaitsevaan rakenneosiin ja niiden ominaisuuksiin.



**Kuva 10. Rakennetiedon periaatteellinen hierarkia. Väylävirasto (2019)**

Tietorakenteen keskipisteenä on *Rakenne*, joka tässä tapauksessa on tunneli. Tämän diplomityön seuraavassa luvussa 3 Taitorakennerekisteriin syötettävänä tunnelina tarkastellaan Isokylän tunnelia.

Hierarkiassa rakenteen yläpuolella on *Rakenneryhmä*. Rakenneryhmä kokoaa tunnelin ja siihen liittyvät ulkopuoliset taitorakenteet, joita voivat olla esimerkiksi tunnelin suuaukolla sijaitsevat sillat, tukimuurit ja kallioleikkaukset.

Rakenteen alla on *Päärakenneosa*. Päärakenneosat jakautuvat neljään pääryhmään: *Liikennetunnelit*, *Tekniset tilat ja yhteydet*, *Yleisötilat ja yhteydet* sekä *Laitteet ja varusteet*. Edellisiä kutsutaan myös *Kokoaviksi pää rakenneosiksi*.

Päärakenneosan liikennetunneleita voivat olla esimerkiksi ajoneuvotunneli tai ratatunneli. Mikäli tunneleita on useampia, esimerkiksi eteläinen ja pohjoinen, kumpikin kirjataan omana pää rakenneosanaan. Tekniset tilat ja yhteydet -ryhmään kuuluvia pää rakenneosia ovat esimerkiksi, yhdys-, huolto- ja työtunnelit sekä kuilut.

Jokaiselle hierarkian eri tason kokonaisuudelle pää rakenneosasta rakenneosaan voidaan syöttää ominaisuustietoa. Esimerkiksi kokoonpanoilla ominaisuustietona voi olla alkupaalu, loppupaalu ja tunnus.

Taitorakennerekisterissä rakenneosalla tarkoitetaan kokoonpanoon kuuluvaa osaa. Kokoonpanolla rakenneprofiili rakenneosia ovat esimerkiksi seinä ja holvi. Kallion tiivistyksen rakenneosia ovat injektointi ja vesitiiviste. Ajoneuvotunnelin laitteita ja varusteita ovat mm. puomivarsi ja liikennevalo.

Kuva 11 esittää esimerkkinä *Kokoavan pää rakenneosien Liikennetunnelit* alle syötetystä *Päärakenneosasta*, *Kokoavista kokoonpanoista*, *Kokoonpanosta* ja *Rakenneosasta*.



Kuva 11. Taitorakennerekisterin rakennekuvauksen hierarkia päärakenneosista rakenneosiin.

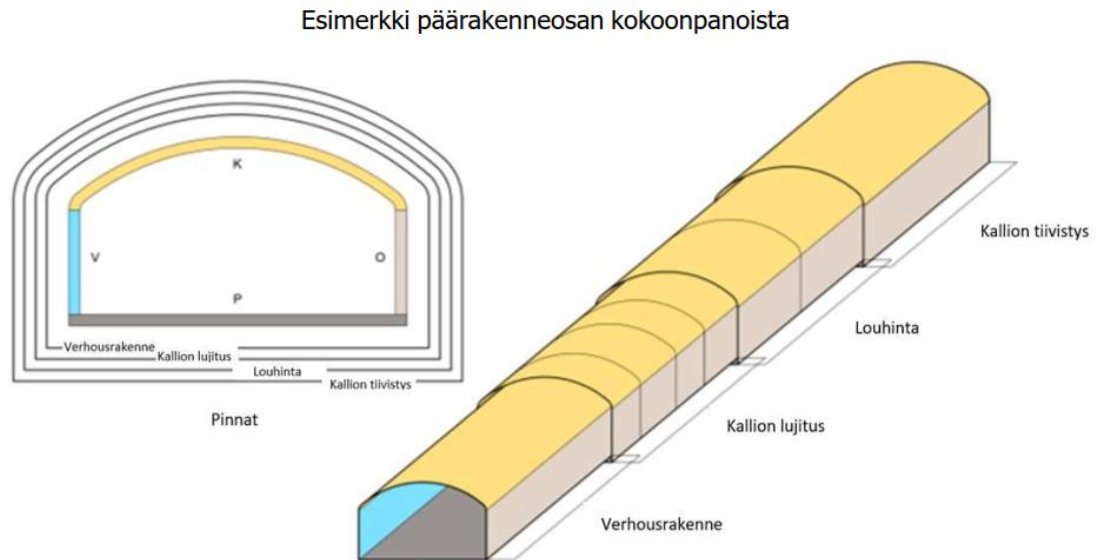
Taitorakennerekisteriin syötettäviä kokoavia kokoonpanoja ovat:

- Laitteet ja varusteet
- Tekniset laitetilat
- Väylän sivulla olevat rakenteet
- Radan päällysrakenteet
- Radan alusrakenteet
- Tierakenteet
- Rakenneprofiilit
- Verhousrakenteet
- Kallion lujitukset
- Louhinnat
- Kallion tiivistykset
- Ympäristö

Liite 4. Tunneleiden rakennekuvauksen tiedon hierarkia rakenneosiin asti” listaa diplomityön kirjoittamisen hetkellä Taitorakennerekisterin tietorakenteen hierarkian kokoavista päärakenneosista rakenneosiin. Rakenneosien ominaisuustiedot eivät ole mukana.

Järjestys, jossa kokoonpanot syötetään rakennekuvaukseen, vaikuttaa siihen, missä järjestyksessä kokoonpanot näkyvät tarkastuskäyttöliittymässä. Kokoonpanot syötetään

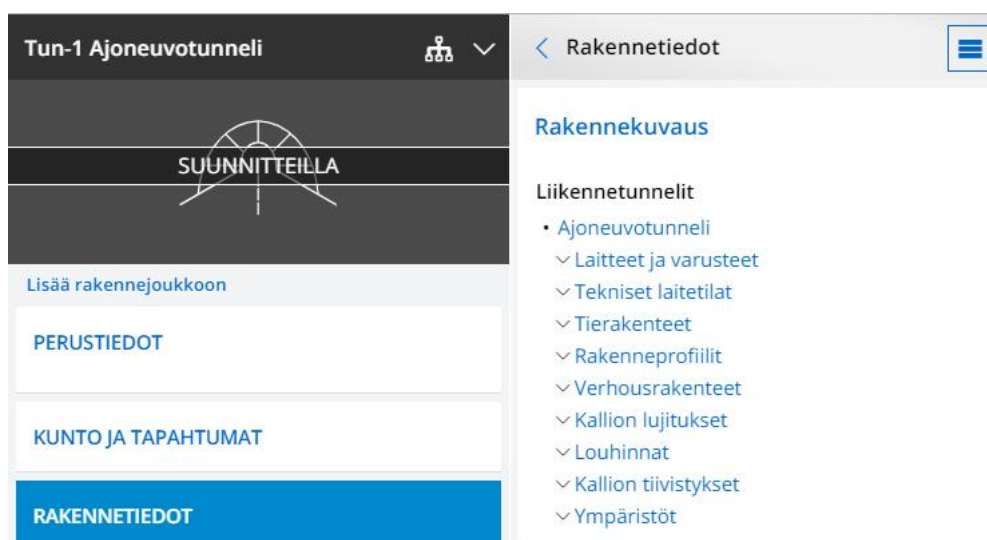
rakennekuvaukseen siinä järjestyksessä, jossa ne esiintyvät siirryttäessä tunnelin poikkileikkauksessa sisältä ulospäin. Järjestystä vastaava rakenne on esitetty periaatteellisenä kuvassa 12.



**Kuva 12.** Periaatteellinen esitys kokoonpanojen syöttöjärjestyksestä. Väylävirasto (2019)

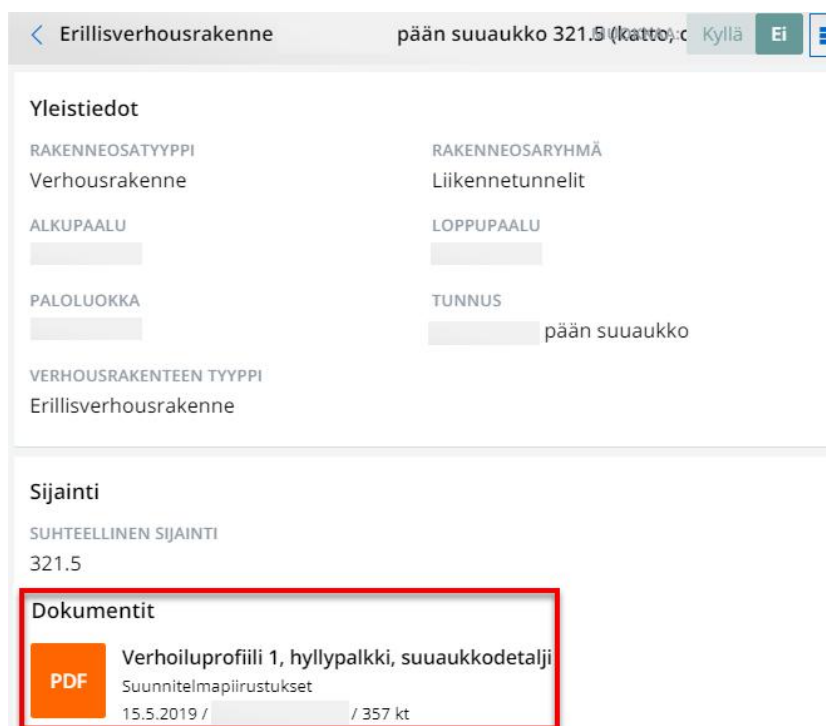
Rakenneosan sijainti tunnelin poikkileikkauksessa määräytyy arvosta, joka annetaan määreelle Sijainti tarkastuslinjaruudukossa. Mahdollisia arvoja ovat katto, vasen seinä, oikea seinä, pohja ja otsapinta tai jokin näiden kombinaatio. Esimerkiksi Tunnelin louhinnan kokoonpano on Louhinta ja rakenneosa on Kalliopinta, jonka sijainti tarkastuslinjaruudukossa saa arvot *katto*, *vasen seinä*, *oikea seinä* ja *pohja*. Kokoonpano Kallion lujitus rakenneosa voi olla kalliopultti, jonka sijainti tarkastuslinjaruudukossa on katto sekä vasen ja oikea seinä.

Taitorakennerekisterin Ajoneuvotunneli Tun-1 on syötetty esimerkkinä ajoneuvotunnelista, jossa noudatetaan edellä mainittua kokoonpanojen syötön järjestyksen periaatetta. Kokoonpanojen järjestys on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13. Taitorakennerekisterin ajotunnelin kokoonpanojen esimerkkijärjestys.

Taitorakennerekisterin rakennekuvauksen rakenneosat on mahdollista linkittää toisiin kokonaisuuksiin, tapahtumiin, kuviin ja dokumentteihin. Kuvan 14 erillisverhousrakenteen rakennekuvauksesta on luotu linkki vauriokuvaan kuva 17. Kyseisen kuvan ominaisuustiedot ”Erillisverhousrakenteen pään suuaukko 321.5 (katto, oikea seinä, otsapinta, vasen seinä)” muodostuvat suoraan erillisverhousrakenteen rakennekuvauksen tiedoista, ja kuvan linkin painaminen vie takaisin erillisverhousrakenteen kuvan 14 ominaisuustietolehdelle. Tämän mahdollistaa erillisverhousrakenteen rakennekuvauksesta kuvaan luotu linkki.



Kuva 14. Erillisverhousrakenteen ominaisuustiedot.

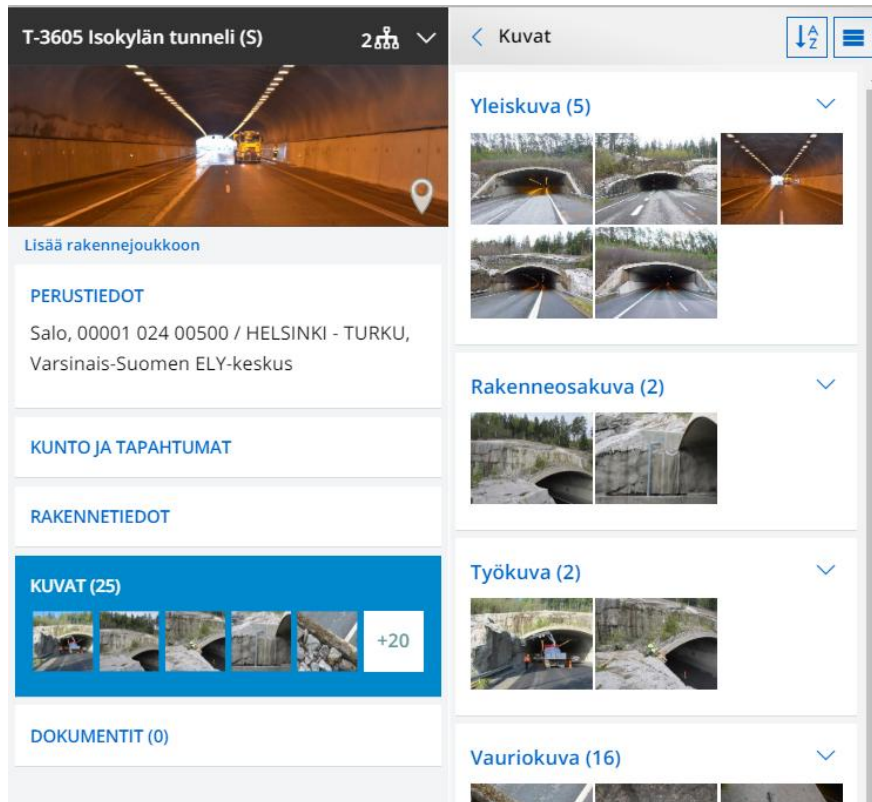
Erillisverhousrakenteen ominaisuustiedoista käy ilmi muun muassa sijaintitieto ja rakenneosalle kirjatut vauriot. Ominaisuustietoihin lisättyllä dokumentilla suunnitelmapiirustus on myös ominaisuustietonsa, jotka näkyvät kuvassa 15. Suunnitelmapiirustuksesta voidaan tarkastella verhousrakenteen suuaukon rakennetta ja yksityiskohtia. Kokoonpanon Taitorakennerekisteriin syötetyt rakenneosat on yhdistetty dokumentin tietoihin. Tunnelikokonaisuuden komponentit voidaan liittää toisiinsa ominaisuuksien, sijainnin, funktion tai tapahtuman perusteella, ja tämä mahdollistaa Taitorakennerekisterin tiedon nivoutumisen.

<b>Dokumentin tiedot: Verhoilupprofiili 1, hyllypalkki, suuaukkodetalji</b>		
<b>OTSIKKO</b>		
<b>Verhoilupprofiili 1, hyllypalkki, suuaukkodetalji</b>		
<b>TYYPPI</b>	<b>SUUNNITELMANUMERO</b>	<b>TYYPPIKOHTAINEN TUNNISTE</b>
<b>Suunnitelmapiiirustukset</b>		
<b>TARKASTUS</b>	<b>KORJAUS</b>	<b>TAPAHTUMA</b>
tieto puuttuu	tieto puuttuu	tieto puuttuu
<b>TILA</b>		
<b>Aktiivinen</b>		
<b>TIETOTURVATASO</b>	<b>DIAARINUMERO</b>	
	tieto puuttuu	
<b>DOKUMENTIN TUOTTANUT ORGANISAATIO</b>	<b>LAATIMISPÄIVÄMÄÄRÄ</b>	<b>TALLENTAJA</b>
tieto puuttuu	15.5.2019	
<b>RAKENNEOSAT</b>		
Palkki korkeusrajoitin	päässä 0	
Palkki korkeusrajoitin	päässä 321.5	
Erillisverhousrakenne	pään suuaukko 0 (katto, oikea seinä, otsapinta, vasen seinä)	
Erillisverhousrakenne profiili 1 0-10.5 (katto, oikea seinä, vasen seinä)		
Erillisverhousrakenne	pään suuaukko 321.5 (katto, oikea seinä, otsapinta, vasen seinä)	
<b>KUVAUS</b>		
tieto puuttuu		

**Kuva 15. Verhoiluprofiilin suunnitelmapiirustuksen ominaisuustiedot.**

#### 2.2.4 Kuvat

Kuvat-pääkategoria sisältää tunnelikohteesta eri vaiheissa ja eri tarkoituksiin otettuja valokuvia. Kuville on viisi kategoriaa, joista Isokylän tunnelille on lisätty neljää tyyppiä esitettynä kuvassa 16: yleiskuvat, rakenneosakuvat, työkuvat ja vauriokuvat. Viides kategoria on ilmakuvat. Taitorakennerekisterin tukemat kuvaformaattit ovat JPG, GIF, PNG ja TIFF. Suurin sallittu tiedostokoko on 50 Mt.



Kuva 16. Kuvien neljä kategoriää.

Kuvilla on omat yksilölliset ominaisuustietonsa. Kuville voidaan määrittää kohde, jonka avulla kuva voidaan yhdistää muuhun Taitorakennerekisterissä sijaitsevaan tietoon. Esimerkiksi vauriokuvat linkitetään suoraan vaurioon, jolloin myös valokuva saa mm. vaurion sijainnin mukaisen paikkatiedon sekä liitetään rakenneosaan, jossa vaurio on havaittu. Kuvassa 17 kohteen yleistarkastuksen ”vaurio 26” -linkistä pääsee tarkastelemaan kyseisen yleistarkastuksen YT-2019 kunto ja tapahtumat -pääkategoriaan syötettyjä tietoja tarkemmin.



Kuva 17. Vauriokuvan ominaisuustiedot ja linkit.



## 2.2.5 Dokumentit

Dokumentit-pääkategoria voi sisältää esimerkiksi suunnitteluasiakirjoja, rakentamisasiakirjoja sekä tarkastusraportteja.

Dokumenteille voidaan antaa ominaisuustietoja. Kuten kuvat, myös dokumentit voidaan linkittää niihin liittyviin päärakenneseisiin, kokoaviin kokoonpanoihin, kokoonpanoihin ja rakenneseisiin. Kuvan 18 kalliopultin suunnitelmapiirustus on linkitetty kokoavaan kokoonpanoon kallion lujitukset.

The screenshot shows a web application interface for managing documents. On the left, there is a sidebar titled 'Dokumentit' with a search icon and a list of documents under the category 'Suunnitteluasiakirjat (64)'. The list includes documents like 'Periaatepiirustus, CT-pultin juottaminen injektoimalla vuotavan pultin reikään, kalliorakennuspiirustus, lujitus ja tiivistys', 'Kalliopultit, tyypipiirustus, kalliorakennuspiirustus, lujitus', 'Tunneliputket ja kallion tiivistys, pohjapiirustus', 'Lujitusprofiilit louhintaprofiileille yhdyskäytävät', and 'Louhintaprofiilit, yhdystunnelit'. The main area on the right is titled 'Dokumentin tiedot: Kalliopultit, tyypipiirustus, kalliorakennuspiirustus, lujitus'. It contains a table of metadata fields and values, some of which are marked as 'tieto puuttuu' (information missing). At the bottom, there is a 'LATAA DOKUMENTTI' (Download Document) button and a file size indicator '(PDF, 276 kt)'.

Dokumentin tiedot: Kalliopultit, tyypipiirustus, kalliorakennuspiirustus, lujitus		
OTSIKKO Kalliopultit, tyypipiirustus, kalliorakennuspiirustus, lujitus		
TYYPPI Suunnitelmapiirustukset	SUUNNITELMANUMERO	TYYPPIKOHTAINEN TUNNISTE KAT
TARKASTUS tieto puuttuu	KORJAUS tieto puuttuu	TAPAHTUMA tieto puuttuu
TILA Aktiivinen	DIAARINUMERO tieto puuttuu	TAGIT Kallion lujitus YK1 YK2
TIETOTURVATASO	LAATIMISPÄIVÄMÄÄRÄ 20.11.2013	TALLENTAJA
DOKUMENTIN TUOTTANUT ORGANISAATIO tieto puuttuu		
RAKENNEOSAT Kallion lujitukset 0-10.8 Kallion lujitukset 0-10.8		
KUVAUS Kalliopultit, tyypipiirustus, kalliorakennuspiirustus, lujitus		

LATAA DOKUMENTTI (PDF, 276 kt)

Kuva 18. Kalliopultin suunnitelmapiirustuksen ominaisuustiedot.

## 2.3 Taitorakennerekisterin tunneleiden tietosisällön nykytila

Työn kirjoittamisen hetkellä useaan Taitorakennerekisterissä oleviin 77 tunneliin, joiden rakennetietoja ei toistaiseksi ole syötetty, on tallennettu muun muassa suunnitelmadokumentteja sekä tarkastusten yhteydessä syntynyttä vauriotietoa ja valokuvia.

Tämän diplomityön kirjoittamisen aloitushetkellä Taitorakennerekisterissä rakennetietoa sisältäviä tunneleita on kahdeksan kappaletta. Väyläviraston omistamia tunneleita on neljä, ja lisäksi neljä kaupunkiomistuksessa olevaa tunnelia on syötetty rakennetietoineen.



Edellä mainittujen rakennetietoja sisältävien tunneleiden tiedon syöttö on palvellut erilaisia tarpeita: Tampereen Rantatunneli syötettiin Taitorakennerekisteriin pilottitunnelina, jonka tarkoituksena oli testata ja kehittää Taitorakennerekisterin tiedonsyöttöominaisuuksia sekä toimia Taitorakennerekisterin tiedonmuokkaajakoulutuksessa esimerkkitunnelina.

Kuparivuoren tunneli syötettiin tunnelin saneeraustöiden yhteydessä. Fiskarin ja Malminkartanon tunnelien tiedon syöttö tehtiin tunneleiden tarkastustoiminnan kehittämiseksi ja Väyläviraston tunneleiden tarkastajakoulutuksen esimerkkitunneleiksi.

Keilaniemen tunneli Espoossa syötettiin Taitorakennerekisteriin rakennetietoineen toistaiseksi ainoana uudiskohteena tunnelin valmistuttua vuonna 2019. Tulevaisuudessa Taitorakennerekisteriin syötetään tunnelitietoja tarpeen mukaan. Uudet tunnelit syötetään rakentamisen valmistumisen jälkeen ja jo käytössä olevien tunnelien tiedot määräaikaistarkastuksien yhteydessä.

### 3 Isokylän tunnelin tiedon syöttäminen

#### 3.1 Yleistä Isokylän tunnelista

Isokylän tunneli on vuonna 2003 valmistunut 435 metriä pitkä tietunneli valtatiellä 1 Salossa. Isokylän tunnelin rakentaminen oli osa hanketta, jossa Vt1 (E18) parannettiin moottoritieksi välillä Paimio-Muurla. Tämä hanke kesti vuodesta 1997 vuoteen 2003. Valtatie ykkösen parantaminen moottoritieksi jatkui Muurla-Lohja välisellä osuudella vuodesta 2005 vuoteen 2009. Osana Muurla-Lohja hanketta toteutettiin seitsemän kaksiputkista tietunnelia. Nämä seitsemän tunnelia sekä Isokylän tunneli ovat numeroitu hankkeen rakentamissuunnan mukaisesti Turun suunnasta Helsinkiin päin. (Helsingin kaupunginkirjasto 2017, Grönroos 2018, 2020). Edellä mainitun kahdeksan tunnelin numerointi on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1. Valtatie 1:sen tunnelit välillä Salo-Lohja. (Helsingin kaupunginkirjasto 2017)**

<b>Tunnelin numero</b>	<b>Tunnelin nimi</b>
2	Isokylän tunneli
3	Hepomäen tunneli
4	Lakiamäen tunneli
5	Tervakorven tunneli
6	Pitkämäen tunneli
7	Orosmäen tunneli
8	Karnaisten tunneli
9	Lehmihaan tunneli

Lähteen mukaan tunnelin numero 1 arvellaan olevan varattu E18 Turun kehätielle Raision keskustan kohdille suunnitellulle tunnelille. Tunnelit 3-9 avattiin liikenteelle 11/2008-1/2009. Tunneli numero 2 Isokylän tunneli Salossa avattiin liikenteelle edellisiä aikaisemmin vuonna 2003. Tuohon aikaan tunneleita ei ilmeisesti merkitty numeroin kuten nykyään, ja tämä saattaa osaltaan selittää miksi Isokylän tunnelin suuaukon otsat poikkeuksellisesti eivät ole merkitty numeroin 2H (H tarkoittaa eteläistä ajoneuvotunnelia, jossa liikenteen suunta on kohti Helsinkiä) ja 2T (T tarkoittaa pohjoista ajoneuvotunnelia, jossa liikenteen suunta on kohti Turkua) kuten vuosina 2008-2009 liikenteelle avatut tunnelit. (Helsingin kaupunginkirjasto 2017, Grönroos 2020, Kymen Sanomat 2018)

Kuvassa 19 on esitetty Isokylän eteläisen tunnelin länsipään suuaukko ulkopuolelta ja kuvassa 20 sama suuaukko tunnelin sisältä nähtynä.



**Kuva 19. Isokylän eteläisen tunnelin länsipään suuaukko. (Taitorakennerekisteri 2020)**



**Kuva 20. Näkymä Isokylän eteläisen tunnelin sisältä länteen päin. (Taitorakennerekisteri 2020)**

### **3.2 Syötettävän tunnelin lähtötiedon kerääminen**

Diplomityön empiirisen tutkimuksen keskeisenä osana Taitorakennerekisteriin syötettäväksi tunneliksi valittiin Isokylän tunneli. Valinnan perusteena oli kyseisen tietunnelin lähestyvä yleistarkastus. Taitorakennerekisteriin syötettyjä tietoja tullaan hyödyntämään tarkastuksessa. Kyseessä on E18 moottoritien Salon ja Lohjan välisen osuuden kahdeksasta tietunnelista ensimmäinen, jonka rakennetiedot syötetään Taitorakennerekisteriin.

Isokylän tunneli on kaksiputkinen tietunneli. Alkutilanteessa ennen diplomityön tutkimustyön aloittamista Isokylän tunneli oli Taitorakennerekisterissä jaettuna kahteen rakenteeseen eli erilliseen tunneliin kuten muutkin Salon ja Lohjan välisen moottoritieosuuden seitsemän tietunnelia. Isokylän tunneli oli jaettu eteläiseen tunneliin T-3605 Isokylän tunneli (S) ja pohjoiseen tunneliin T-3606 Isokylän tunneli (N). Molemmille tunneleille oli syötetty yleistiedot sekä sijainti- ja geometriatiedot periaatteellisina. Tunnelien mittalinjan geometrialle oli syötetty vain alku- ja loppupisteet, toisin sanoen mittalinjat olivat pelkkiä suoria viivoja eivätkä vastanneet tunnelien todellista kaarevaa geometriaa.

Ennen Isokylän tunnelin tiedon syöttämisen aloittamista työn tilaajan kanssa pidetyssä kokouksessa päätettiin, että Isokylän tunneli tallennetaan Taitorakennerekisteriin yhtenä kaksiputkisena tietunnelina. Pohjoinen tunneli T-3606 yhdistettiin eteläiseen tunneliin T-3605, jolloin tunnelikokonaisuuden tunnukseksi tuli T-3605. Yhdistämisen Taitorakennerekisterissä suoritti rekisterin ylläpitäjä Solita Oy.

Isokylän tunnelin tiedon syöttämisen aloittamista edelsi lähtötiedon kerääminen. Tunnelia koskevan suunnittelu- ja muiden dokumenttien arkistoija ei ollut tiedossa. Isokylän tunnelin omistaa Väylävirasto, joten suunnitelmätiedon haku aloitettiin Väyläviraston arkistosta. Selvisi, että Väyläviraston arkiston laajasta ja useista eri lähteistä tehty haku ei tuottanut tulosta, eikä Isokylän tunnelia koskevaa suunnitelma-aineistoa näyttänyt Väylän arkistosta löytyvän.

Aineiston tutkimisen perusteella vaikutti siltä, että tunnelia oli mahdollisesti rakennettu hankkeen ”Vt1 (E18) parantaminen moottoritieksi välillä Paimio-Muurla” yhteydessä 2000-luvun alkupuolella. Tätä hankeaineistoa löytyi Väyläviraston arkistosta ainoastaan suunnitelmaosuudesta numero 4, johon Isokylän tunneli ei näyttänyt kuuluvan. Taitorakennerekisterin mukaan tunneli oli valmistunut vuonna 2003. Ennen vuotta 2010 loppuneiden tiehankkeiden rakennussuunnitelma-aineistoa säilytetään ELY-keskuksissa. (Väyläviraston arkisto 2020)

Isokylän tunneli sijaitsee Vt1:n Salon liittymävälillä 13-15 (Grönroos 2018). Sijainnin perusteella aineistoa tiedusteltiin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kirjaamosta. Tiedustelu lähetettiin ELY-keskuksessa sisäisesti eteenpäin, ja saatujen tietojen mukaan sähköistä aineistoa saattaisi löytyä, ja se pyydettiin lähettämään suoraan työn kirjoittajalle. Kävi kuitenkin ilmi, että oletettu aineisto koski vain telematiikkajärjestelmiä ennen korvausinvestointia eikä aineistoa ollut saatavilla

sähköisenä. Varsinaisen tunnelin osalta epäiltiin, että siitä ei ollut olemassa mitään sähköistä materiaalia. (Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kirjaamo 2019)

Varsinais-Suomen ELY-keskuksen arkistosta löytyi kuitenkin kolme kansiota Isokylän tunnelin paperista suunnitelma-aineistoa. Näihin sisältyviin dokumentteihin kuuluivat muun muassa suunnitelmaselostukset, laatuvaatimukset, määräluettelot, betonirakenteiden ja suuaukkorakenteiden laskelmat, geologiset ja kalliomekaaniset selostukset ja piirustukset. Erityisen mielenkiinnon kohteena tämän työn aihetta ajatellen olivat suunnitelmapiirustukset, joihin sisältyivät louhintapiirustukset, kallion lujitus- ja tiivistyssuunnitelmat sekä betoni- ja verhousrakenteen suunnitelmat. Betoni- ja verhousrakenteiden suunnitelmat olivat tärkeitä myös sen vuoksi, että ne ovat rakenteita, jotka ovat yleensä tunnelissa silmin nähtävissä ja näin ollen tarkastettavissa.

Suunnitelma-aineiston sisältävät kolme kansiota toimitettiin työn tekijälle, ja paperiaineisto skannattiin pdf-tiedostoiksi. Lähtötietoaineiston jäljittämiseen, koontiin ja konvertoimiseen digitaalisesti hyödynnettävään formaattiin kesti noin kolme viikkoa.

### **3.3 Tietojen syöttäminen**

Tässä kappaleessa kuvataan Isokylän tunnelin tiedonsyöttöä ja prosessin aikana tehtyjä huomioita, joista yhdessä asiantuntijahaastatteluissa luvussa 4 ja 5 ilmenneiden tarpeiden perusteella muodostetaan esitys tunnelien tietosisällön keskeisistä kehityskohdista luvussa 6.

#### **3.3.1 Lähtötilanne**

Johtuen siitä, että Isokylän tunnelin tietoja oli jo valmiiksi syötetty Taitorakennerekisteriin dokumenttien lisäämistä sekä rakennetietojen syöttämistä lukuun ottamatta, perustietojen ja kuvien lisäämistä ei tämän diplomityön kirjoittamisen aikana tehty. Myöskään tarkastuksiin liittyvien kunto- ja vauriotietojen keräämistä ja kirjaamista ei tehty.

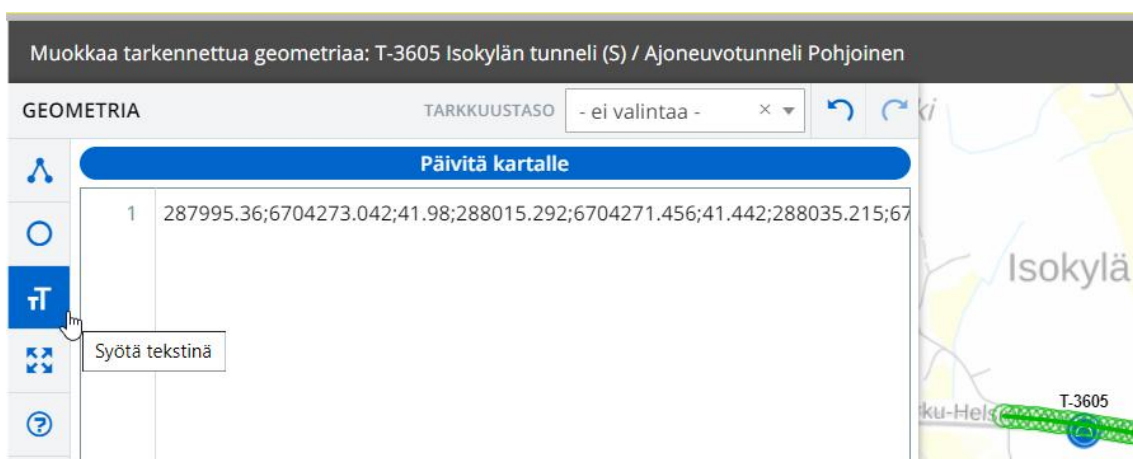
#### **3.3.2 Päärakenneosien ja mittalinjojen luominen**

Isokylän tunnelin kallioon louhitut tilat eli kaksi ajoneuvotunnelia, kolme yhdystunnelia ja erilliseen kalliotilaan sijoittuva tekninen laitetilä ovat sidottu mittalinjoihinsa, jotka muodostuvat mittapisteiden koordinaateista. Edellä mainituille louhittaville tiloille avattiin päärakenneosat Taitorakennerekisteriin. Päärakenneosien luomisen jälkeen niille voitiin syöttää koordinaattipisteet, ja tuloksena päärakenneosien mittalinjojen geometriat piirtyivät Taitorakennerekisterin karttanäkymälle.

Isokylän tunnelin tietojen syöttäminen aloitettiin mittapisteistä, jotka oli esitetty suunnitelmapiirustuksissa. Havaittiin, että tunnelilouhinnan koordinaattiluettelon 60 mittapistettä olivat aiemmin Suomessa käytössä olleessa KKJ-koordinaatistokarttajärjestelmässä ja N60-korkeusjärjestelmässä. Taitorakennerekisteriin syötettävien mittapisteiden tulee olla ETRS89-TM35FIN -koordinaattijärjestelmässä ja N2000-korkojärjestelmässä.

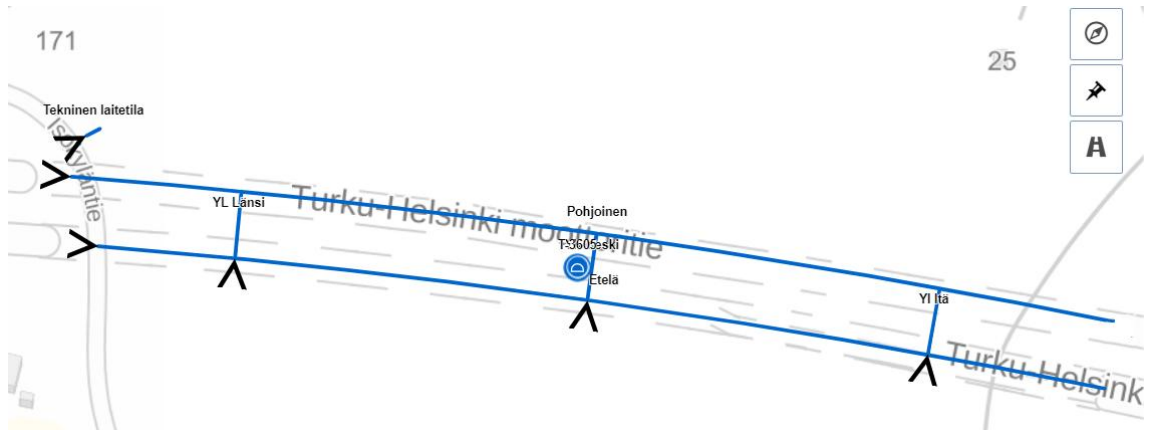
Koordinaatisto- ja korkojärjestelmän muunnosmahdollisuutta tutkittiin kahdessa eri nettiportaaliissa. Maanmittauslaitoksen Karttapaikka-palvelu mahdollistaa kerralla vain yhden koordinaattipisteen muunnoksen KKJ:stä ETRS89-TM35FIN -järjestelmään. (Karttapaikka 2020). Kansallinen paikkatietoportaali Paikkatietoikkuna mahdollistaa usean koordinaattipisteen samanaikaisen muunnoksen valittujen koordinaatti- ja korkojärjestelmän välillä. Koordinaattipisteet voi lisäksi lukea suoraan tekstitiedostosta. (Paikkatietoikkuna 2020)

Päärakenneosan mittalinjan muodostavat mittapisteet tallennetaan perustietojen Sijainti- ja geometriatieto -alakategoriaan. Tunnelin mittalinjan muodostavat mittapisteet lisättiin Taitorakennerekisteriin yhtenä puolipistein erotettuna numerojonona. Mittalinja piirtyi murtoviivana karttanäkymään, joka esitetty kuvassa 21.



**Kuva 21. Tunnelin mittalinja piirrettynä kartalle.**

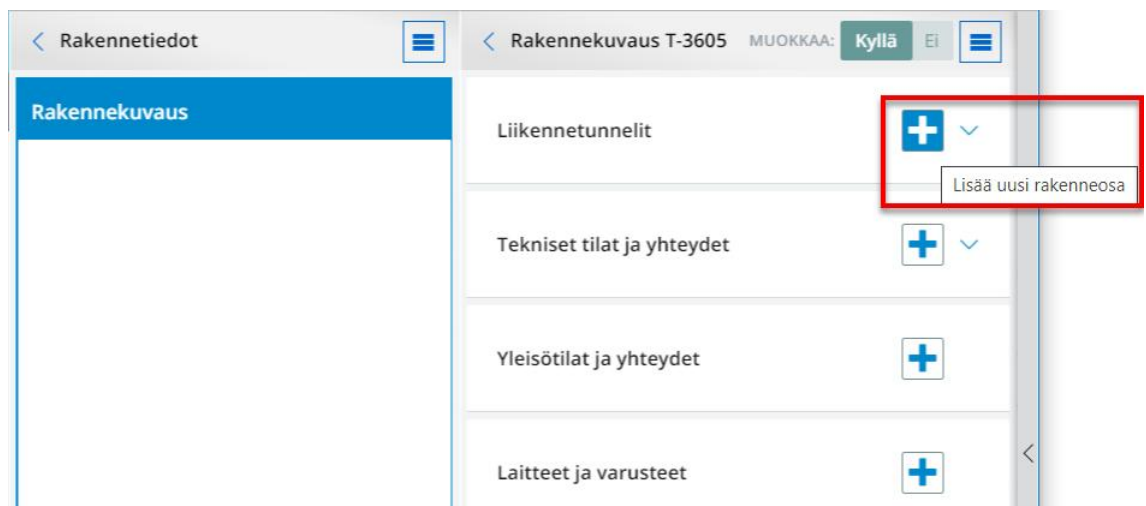
Edellinen vaihe toistettiin muille pää rakenneosille: toiselle ajoneuvotunnelille, kolmelle yhdystunnelille ja tekniselle tilalle. Lopputuloksena syntynyt geometria on esitetty kuvassa 22.



Kuva 22. Tunnelikokonaisuuden mittalinjat kartalla.

Kuvassa 11 on esitetty rakenneosien hierarkia. Liikennetunnelit on kokoava päärakenneosa, jonka alle Isokylän tunnelin sekä pohjoinen että eteläinen ajoneuvotunneli luotiin omina päärakenneosinaan. Päärakenneosia voidaan kopioida. Mikäli tunnelissa on samankaltaisia rakenteita, kuten pohjoinen ja eteläinen ajoneuvotunneli, ensimmäisen tunnelin rakennekuvauksen syötön valmistumisen jälkeen se voidaan kopioida toisen tunnelin pohjaksi, ja kopioidun tunnelin tiedot voidaan päivittää suunnitelmia vastaaviksi.

Taitorakennerekisterin rakennekuvauksen uuden päärakenneosan luominen tehdään painamalla muokkaustilassa jonkin neljän kokoavan päärakenneosan oikealla puolella olevaa plussymbolia ja valitsemalla lisää uusi rakenneosa. Tämä on havainnollistettu kuvassa 23.



Kuva 23. Taitorakennerekisterin kokoavat päärakenneosat.



Sijainti rakennekuvauksessa eli tiedon hierarkkinen taso, jolle luotava pää rakenneosa sijoittuu, on kokoava pää rakenneosa Liikennetunnelit. Kuvassa 24 tämän alle luotiin rakenneosatyyppi Ajoneuvotunneli.

The screenshot shows the 'Lisää uusi rakenneosa' (Add new structure) form. Under the 'Yleistiedot' (General information) section, the 'RAKENNEOSATYYPPI (\*)' (Structure type) dropdown menu is open, showing options like 'Ajojohtimet' and 'Ajoneuvotunneli'. The 'Sijainti RAKENNEKUVAUKSESSA (\*)' (Location in structure description) dropdown is set to 'Liikennetunnelit'. At the bottom right, there are buttons for 'Tallenna tiedot' (Save data) and 'Peruuta' (Cancel).

**Kuva 24. Päärakenneosan luominen.**

Ajoneuvotunnelin ominaisuustiedot jakautuvat kuvan 25 mukaisesti Yleistietoihin, Sijaintiin, Mittoihin ja Lisätietoihin.

The screenshot shows the 'Lisää uusi rakenneosa' form with 'Ajoneuvotunneli' selected as the structure type. The form is divided into several sections:
 

- Yleistiedot** (General information): Includes 'RAKENNEOSATYYPPI (\*)' (Ajoneuvotunneli), 'Sijainti RAKENNEKUVAUKSESSA (\*)' (Liikennetunnelit), 'ALKUPAALU' (53739), 'LOPPUPAALU' (54177), 'LUKUMÄÄRÄ' (empty), 'TUNNUS' (Pohjoinen), and 'ULKOPUOLINEN OMISTAJA' (- ei valintaa -).
- Sijainti** (Location): Includes 'TARKASTUSLINJARUUDUKKO' (Normaali).
- Mitat** (Dimensions): Includes 'AJORADAN LEVEYS' (7.5 m), 'TIEALUEEN LEVEYS' (13.25 m), 'VAPAAN TILAN KORKEUS' (5 m), and 'VAPAAN TILAN LEVEYS' (11.25 m).
- Lisätiedot** (Additional information): Includes 'TÄRKENNE' (empty).

 At the bottom right, there are buttons for 'Tallenna tiedot' (Save data) and 'Peruuta' (Cancel).

**Kuva 25. Ajoneuvotunnelin ominaisuustiedot.**

Ajoneuvotunnelin olennaisia ominaisuustietoja ovat alkupaalu, loppupaalu ja suunnitelmapiirustusten mukainen tunnus sekä mitat. Sijainnilla tarkastuslinjaruudukossa tarkoitetaan gridien määrää tunnelin katossa ja pohjassa. Gridillä tarkoitetaan tunnelin katon niiden saman levyisten osien lukumäärää, joiden tavoiteleveys on suurempi tai yhtä suuri kuin 5 metriä.

Tunnelin katon gridien lukumäärän perusteella tarkastuslinjaruudukko jaetaan kolmeen kategoriaan: kapea (yksi gridi), normaali (kaksi gridiä) ja leveä (neljä gridiä). (Väylävirasto 2019b). Isokylän tunneli on 14,25 metriä leveä. Tämä voidaan jakaa



kahteen 7,125 metriä eli yli 5 metriä leveään gridiin. Jos leveys jaetaan neljään gridiin, yksittäisen gridin leveys on alle 5 metriä. Tämän perusteella Isokylän tunnelin tarkastuslinjaruudukko kuuluu kategoriaan normaali.

### 3.3.3 Isokylän ajoneuvo- ja yhdystunneleiden paalutus

Taitorakennerekisteriin syötettävän mittalinjan tulee sijaita päärakenneosan Ajoneuvotunneli sisällä. Sen ei välttämättä tarvitse sijaita tunnelin keskilinjalla eikä sen koron tarvitse välttämättä olla tunnelin lattiapinta, mutta mittalinjan paikka tunnelin poikkileikkauksessa tulee esittää rakennekuvauksessa tai siihen liitettävässä dokumentissa.

Taitorakennerekisteriin syötettävän tunnelin mittalinja muodostuu koordinaattipisteistä, joiden perusteella mittalinja piirtyy Taitorakennerekisterin karttanäkymään kuvastaen tunnelin linjausta. Tunnelin alkupaalu eli nollapaalu sijaitsee edellä mainitun mittalinjan pisteessä, joka on suoraan tunnelin katetun osuuden alkamiskohdan alapuolella. Tunnelin katettu osuus voi muodostua kallio- tai betonitunnelista.

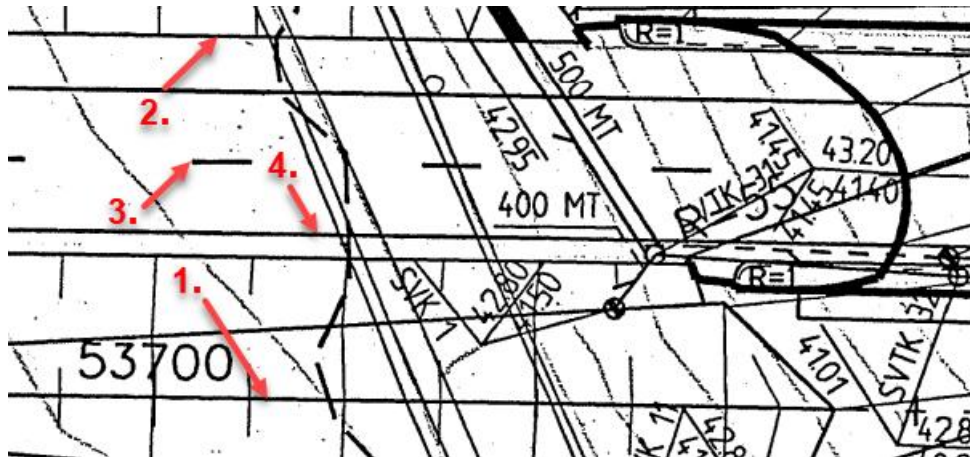
Isokylän tunnelin suunnitelmakartassa, josta osa on esitetty kuvassa 26, väylän Vt1 keskilinjan paalutus on osoitettu nuolella numero 1. Tämä paalutus sijaitsee pohjoisen ja eteläisen ajoneuvotunnelin välissä. Pohjoisen ja eteläisen ajoneuvotunnelien mittalinjojen nollapaalut pitää sitoa edellä mainittuun väylän paalutukseen, jotta ajoneuvotunnelit sekä niihin kuuluvien kokoonpanojen ja rakenneosien sijainnit voidaan määrittää suhteessa ajoneuvotunnelin nollapaaluun.

Isokylän tunnelin suunnitelmadokumenteista ei ole saatavilla koordinaattitietoa väylän Vt1 paalutuksesta.

Suunnitelmakartassa kuvassa 26 näkyy tunnelin suuntaisena viivamaisena geometriana:

1. Väylän Vt1 keskilinjan paalutus
2. Pohjoisen seinän reunakiven viiva
3. Ajoradan kahden ajokaistan erottava ajokaistaviiva
4. Eteläisen seinän reunakiven viiva

Näistä ei ole koordinaattitietoa.

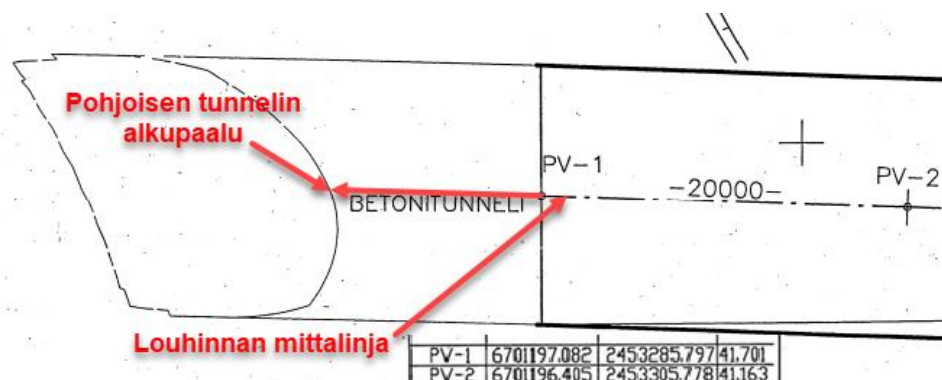


Kuva 26. Suunnitelmakartan pohjoisen ajoneuvotunnelin läntinen suuaukko.

Suunnitelmakartassa ei ole esitetty:

- Tien tasausviivaa
- Louhinnan mittalinjaa

Lähtötietona toimivissa suunnitelmissa louhinnan mittalinja on ainoa linja, jolle on annettu koordinaatit. Tämän vuoksi mittalinjat on tehty louhinnan mittalinjan mukaan, ja tämän mittalinjan pohjalta tunnelin geometria piirtyy Taitorakennerekisterin karttanäkymään. Louhinnan mittalinja on esitetty tunnelilouhinnan piirustuksessa, josta pohjoisen ajoneuvotunnelin länsipää on esitetty kuvassa 27. Louhinnan mittalinja koostuu pisteistä PV-1, PV-2 jne. Nämä XYZ-pisteet on listattu koordinaattiluettelossa. Mittalinjan korko määräytyy louhinnan mittalinjan Z-koron mukaan, eli korkeus on teoreettisen louhinnan taso mittalinjan kohdalla.

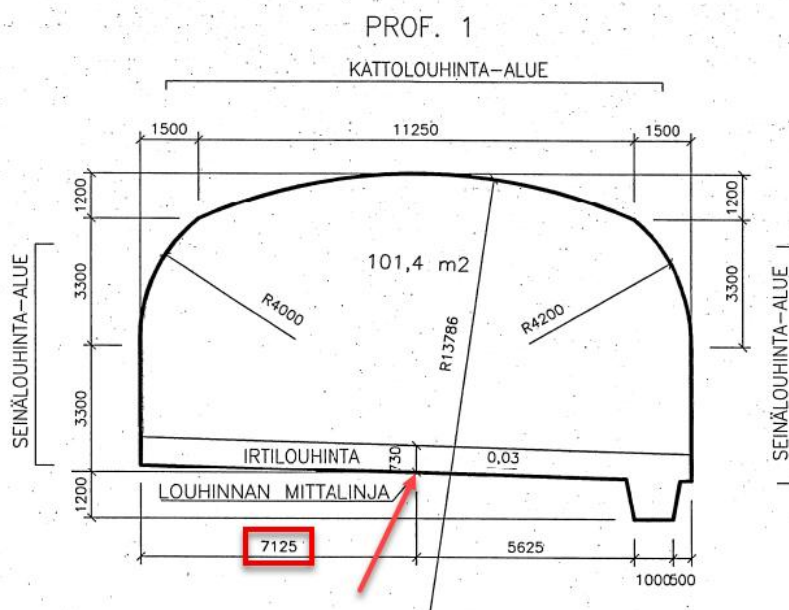


Kuva 27. Tunnelilouhinnan piirustus, pohjoisen ajoneuvotunnelin länsipää.

Louhintaprofiili 1:sen kuvassa 28 louhinnan mittalinja sijaitsee tunnelin louhintaprofiilissa kohdassa, jonka sijainti on pysyvästi 7125 millimetrin päässä louhintaprofiilin pohjoisseinästä eli kuvassa 28 vasemmasta seinästä. Tämä on ainoa suunnitelmapiirustusten poikkileikkauksessa esiintyvä mittalinja, joka sijaitsee pääraakenneosan Ajoneuvotunneli Pohjoinen sisällä, ja ajoneuvotunnelien väylän paalutukseen sidotut mittalinjojen nollapaalut määritetään tämän perusteella.

Pohjoinen ajoneuvotunneli louhitaan koko pituudeltaan louhintaprofiililla 1. Louhintaprofiili 1:sen kuvassa 28 esitetty louhinnan mittalinja sijaitsee profiilin keskilinjalla, joka on kuvassa 27 koordinaattipistein määritellyn louhintaprofiili 1:sen mittalinja.

Eteläinen ajoneuvotunneli louhitaan usealla eri louhintaprofiililla, jotka itään päin siirryttäessä levenevät louhinnan mittalinjan oikealle eli eteläiselle puolelle. Toisin sanoen, eteläisen ajoneuvotunnelin itäpäässä tunnelin mittalinja ja keskilinja erkanevat toisistaan.



**Kuva 28. Tunnelin louhintaprofiili.**

Louhinnan nollapaalu tulee sitoa tunnelin poikkileikkauksessa siten, että se helpottaa nollapaalun fyysisen sijainnin tunnistamista. Näin toimien tunnelitarkastajan työ helpottuu hänen voidessaan mahdollisimman helposti mitata nollapaalun sijainti tunnelissa näkyvän fyysisen geometrian perusteella.

Ajoradan kahden 3750 millimetriä leveän ajokaistan sijainnit on esitetty tyyppipoikkileikkauksessa kuvassa 29. Ajokaistoja erottavan ajokaistaviivan sijainti on 8000 mm louhintaprofiilin pohjoisreunasta. Louhintaprofiilin louhinnan mittalinja, josta koordinaatit ovat tiedossa, sijaitsee 7125 mm:n päässä louhintaprofiilin pohjoisreunasta.

Pohjoisen ajoneuvotunnelin louhintaprofiilin mittalinja sijaitsee siis 875 mm ajokaistoja erottavan ajokaistaviivan (tien pintaan maalattu katkoviiva) pohjoisella eli vasemmalla puolella.



Ajoneuvotunneli Pohjoinen
MUOKKAA: Kyllä Ei

**Yleistiedot**

RAKENNEOSATYYPPI  
Ajoneuvotunneli

RAKENNEOSARYHMÄ  
Liikennetunnelit

ALKUPAALU  
53 739

LOPPUPAALU  
54 177

TUNNUS  
Pohjoinen

**Sijainti**

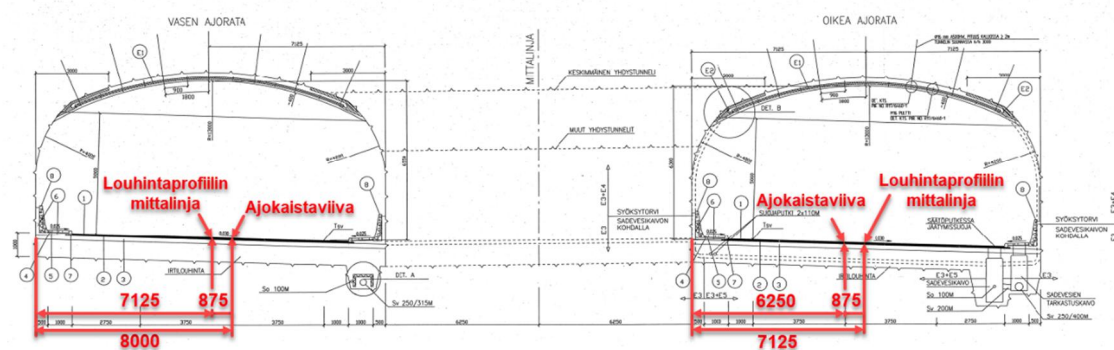
SUHTEELLINEN SIJAINTI  
0-438

GEOMETRIA  
Viiva

Kuva 31. Ajoneuvotunnelin suhteellinen sijainti.

Eteläisen ajoneuvotunnelin kahden ajokaistan erottava ajokaistaviiva sijaitsee poikkileikkauksessa louhinnan mittalinjasta vasemmalla eli pohjoisella puolella. Toisin sanoen, eteläisen ajoneuvotunnelin 3500 mm leveiden ajokaistojen ja 2750 mm leveän pientareen sijainnit ovat pohjoisen ajoneuvotunnelin peilikuva. Tämän vuoksi eteläisen ajoneuvotunnelin louhintaprofiilin mittalinja sijaitsee siis 875 mm ajokaistoja erottavan ajokaistaviivan eteläisellä eli oikealla puolella.

Louhinnan mittalinjojen ja ajokaistaviivojen keskinäiset sijainnit on esitetty kuvassa 32.



Kuva 32. Pohjoisen ja eteläisen ajoneuvotunnelin louhinnan mittalinjan ja ajokaistaviivan sijainnit.

Edellä kuvattu Taitorakennerekisterin tiedonsyötössä hyödynnettävän mittalinjojen luominen louhintapiirustuksen perusteella oli varsin työlästä. Luodut mittalinjat eivät näy suunnitelmien pohjapiirustuksessa, joten niiden kuvassa 32 näkyvät sijainnit kuvattiin Taitorakennerekisterissä kummankin ajoneuvotunnelin tarkkeeseen eli erilliseen lisätietokenttään: ”Pohjoisen ajoneuvotunnelin mittalinja sijaitsee 875 mm ajokaistoja erottavan ajokaistaviivan pohjoisella eli paalutuksen kasvavaan suuntaan katsottuna vasemmalla puolella.” Tietokentän rajoitus on 200 merkkiä. Mittalinjan sijainnin sitominen tunnelissa näkyvään geometriaan, tässä tapauksessa ajoradan kaistat erottavaan ajokaistaviivaan, on tärkeää, jotta eri rakenteiden fyysinen sijainti voidaan tarkastuksessa yhdistää Taitorakennerekisterissä määriteltyyn rakenneseaan. Mittalinjan sijainnin





### 3.3.4 Rakennetietojen syöttäminen

Taitorakennerekisteriin kirjataan vain toteutuneet rakenteet. Rakentamattomia varauksia tai purettavia esimerkiksi rakennuksia ei merkitä Taitorakennerekisteriin (Väylävirasto 2019b). Tämä palvelee taitorakenteen omistajan olemassa olevan omaisuuden hallintaa ja selkeyttää tunnelitarkastajan työtä. Suunnitelmapiirustukset voivat sisältää rakentamis- ja muita varauksia.









































Tarkastustyön kannalta minimivaatimuksena on rakenneosan ja sen paikkatiedon kirjaaminen rakennetietoihin, jotta se ilmenee tarkastuslinjaruudukossa ja rakenneosasta havaitut vauriot tai puutteet voidaan näin kirjata tarkastusraporttiin mahdollisia tarvittavia toimenpiteitä varten. Ominaisuustiedot, esimerkiksi kallion lujituksen harjateräspultin betoniteräksen tyyppi, ovat asiaankuuluvia mutta toissijaisia tarkastustyön kannalta.

Tiedonsyötön aluksi luotiin päärakenneosat: liikennetunnelien alle luotiin molemmat ajoneuvotunnelit, teknisten tilojen ja yhteyksien alle kolme yhdystunnelia ja yksi erillinen tekninen tila. Tiedon syöttäminen päätettiin aloittaa päärakenneosien louhinnoista. Päärakenneosaan Ajoneuvotunneli Pohjoinen luotiin kokoava kokoonpano louhinnat. Yksittäiset louhinnat rakenneosineen perustuvat väylän paalulukuun tai paaluväliin, joiden perusteella kyseisen louhinnan sijainti Taitorakennerekisterissä määräytyy.

Louhinta voi olla kallioavoleikkaus, kallio-otsa, louhintaprofiilin muuttumattomalla louhinnan osuudella teoreettinen, muuttuvalla osuudella profiilin vaihtumisalue tai toteumatietona tarkemitattu profiili. Esimerkkejä näistä on esitetty kuvassa 35. Kuvasta ilmenee, että pohjoisen ajoneuvotunnelin länsipäästä mittalinjan suuntaan edetessä ennen tunnelia tien molemmilla puolilla on kallioavoleikkaus. Länsipäässä louhinnan kallio-otsalle on annettu sijainti yksittäisellä paaluluvulla, mutta kallio-otsa ei ole näkyvässä, sillä se on tunnelin alun betoniosuuden takana ja kasvillisuuden ja maatäytteen peittämä. Tämän vuoksi kallio-otsalla ei ole rakenneosaa eikä sijaintia tarkastuslinjaruudukossa, sillä kallio-otsaa ei voi tarkastaa.

Tien molemmilla puolilla olevat kallioavoleikkaukset syötettiin erillisinä kokoonpanoina, sillä ne sijoituivat eri paaluväleille. Kuvassa 36 esitetään tien oikeanpuoleisen teiden väliin sijoittuvan kallioavoleikkauksen paaluväli ja sijainti tarkastuslinjaruudukossa, jonka perusteella kallioavoleikkauksen oikea seinä ja otsapinta ovat tarkastettava.

Kuvassa 35 pohjoisen ajoneuvotunnelin louhinnan pitkä, profiililtaan muuttumaton osuus, saa sijainniksi tarkastuslinjaruudukossa arvot *katto*, *oikea* ja *vasen seinä* sekä *pohja*. Tunnelin itäpäähän kallio-otsa on näkyvässä, joten sen voi tarkastaa, ja sille annetaan rakenneosa sekä sijainti tarkastuslinjaruudukossa. Myös tunnelin itäpäässä on kaksi kallioavoleikkausta tien vastakkaisilla puolilla.

Louhinnat	
Louhinta Kallioavoleikkaus --- -35-15	   
Louhinta Kallioavoleikkaus --- -10-15	   
Louhinta Länsipää kallio-otsa ei näy --- 15	   
<b>Teoreettinen profiili Louhintaprofiili 1 --- 15-436</b>	   
Kalliopinta 16-436	   
Louhinta Itäpää kallio-otsa näkyvässä --- 436	   
Louhinta Kallioavoleikkaus --- 436-480	   
Louhinta Kallioavoleikkaus --- 436-475	   
Kallion tiivistykset	   
Ajoneuvotunneli Etelä	   

Ei tallentamattomia tietoja

Tallenna tiedot Kumoa muutokset

PERITTY EMORAKENNEOSALTA?

SIJAINTI TARKASTUSLINJARUUDUKOSSA

☒ Katto ☒ Oikea seinä ☒ Pohja ☒ Vasen seinä

Mitat













LEVEYS 14.25 m

KORKEUS 9 m

PINTA-ALA 101.4 m<sup>2</sup>

Lisätiedot

Kuva 35. Pohjoisen ajoneuvotunnelin louhinnat.

Louhinnat	
Louhinta Kallioavoleikkaus --- -35-15	   
<b>Louhinta Kallioavoleikkaus --- -10-15</b>	   
Kalliopinta -10-15	   

Ei tallentamattomia tietoja

Tallenna tiedot Kumoa muutokset

SIJAINTI TARKASTUSLINJARUUDUKOSSA

PERITTY EMORAKENNEOSALTA?

SIJAINTI TARKASTUSLINJARUUDUKOSSA

☒ Oikea seinä ☒ Otsapinta

Kuva 36. Kallioavoleikkauksen paaluväli ja sijainti tarkastuslinjaruudukossa.

Yleinen havainto on, että kohteesta saatavilla olevista valokuvista ja käytettävissä olevista karttapalveluista on huomattava apu rakennetietoja syötettäessä. Kuvan 37 valokuvista muodostettu malli helpotti edellä kuvattujen louhittujen pintojen sijainnin ja muodon hahmottamista. Suunnitelmadokumentteja läpikäydessä huomattiin, että ne sisältävät puutteellista ja virheellistä tietoa. Suunnitelmien mukaan vain ajoneuvotunnelien katot on verhoiltu, mutta valokuvien ja Google Mapsin katunäkymän perusteella myös seinät on verhoiltu. Isokylän tunnelin kolmesta yhdystunnelista keskimmäisen tunnelin kuului suunnitelmien mukaan olla muita leveämpi ja suunnitelmaselostuksen perusteella hälytysajoneuvoilla läpiajettava, mutta kun toteutuneita yhdystunneliteita tarkasteltiin valokuvien ja mallin avulla ajoneuvotunnelista, huomattiin että kaikkien kolmen yhdystunnelin ovet olivat yhtä leveitä. Suunnitelmien mukaan noin 100 metriä eteläisen tunnelin itäpäästä sijaittisi portaali, johon on kiinnitetty liikenteen opastusmerkki. Osoittautui kuitenkin, että opastusmerkkiä ei ollut ja portaali sijaitsi suuaukon läheisyydessä.



Kuva 37. Näkymä pohjoisen ajoneuvotunnelin länsipäästä (Google Maps 2020).



Tunnelin rakenneprofiilien eli betonisten suuaukkorakenteiden ja betonitunneliosuuksien tiedonsyöttö tapahtui pituussuuntaisen sijainnin ja tarkastettavien pintojen osalta louhintojen tiedonsyöttöä vastaavalla periaatteella. Tunnelin molemmissa päissä on uloimpana kalliotunnelia edeltävä betoniosuus. Tunnelin läntiselle suuaukolle tultaessa betonirakenteiselle näkyvälle suuaukolle luotiin nollapaalulla kaksi rakenneosaa, seinä ja holvi. Seinälle annettiin arvoiksi tarkastuslinjaruudukossa *vasen ja oikea seinä* sekä *otsapinta*. Holville annettiin arvoiksi *katto* ja *otsapinta*. Tästä jatkuvalla katetulla osuudella kalliotunnelin alkuun asti seinälle annettiin arvoiksi *oikea ja vasen seinä* sekä holville *katto*. Tunnelin itäpäässä näkyvän louhitun kallioavoleikkauksen otsan ulkopuolelle yltävä betoniosuus koostuu valetusta holvista, jonka kaari päättyy louhittuun kallioon. Tämä on esitetty kuvassa 38. Tunneliosuudella rakenneosalle holvi annettiin siis sijainniksi tarkastuslinjaruudukossa pelkkä arvo *katto* (tässä tapauksessa katolla viitataan pituussuuntaisen betonisen lipan alapintaan (sisäpinta) ja yläpintaan (ulkopinta)) ja itäpään otsapinta sai arvot *katto ja otsapinta*. Arvo *katto* saa otsapinnan jakautumaan kahteen, oikeaan ja vasempaan, gridiin tarkastuslinjaruudukossa. Gridin käsite on kuvailtu alaluvun 3.3.2 lopussa.



Kuva 38. Näkymä pohjoisen ajoneuvotunnelin itäpäästä (Google Maps 2020).

Edellä kuvattu rakenne- ja louhintaprofiilien sijainnin vuorottelu, eri osuuksien pintojen paaluluvut ja sijainnit tarkastuslinjaruudukossa aiheuttivat jonkin verran epävarmuuden tunnetta tiedonsyötön virheettömyydestä. Taitorakennerekisterin rakenneosien tiedonsyötön useat allekkaiset ja tarkastettavilta rakenneosiltaan toisistaan hyvinkin erillään olevat rivit vaikeuttavat numeerisen tiedon oikeellisuuden tarkistamista. Jos tiedonsyöttäjällä on ainoastaan muokkausoikeudet, hän ei pääse lainkaan tarkastelemaan syötettyä rakennetietoa tarkastuslinjaruudukossa, sillä tarkastusnäkyä ei näe ellei tarkastusta ensin luoda, ja muokkaajalla ei ole tätä oikeutta. Yksi keino syötetyn tunnelirakenteen oikeellisuuden varmistamiseksi visuaalisesti olisi, että tarkastuslinjaruudukko syntyy, näkyy ja päivittyy tiedonsyöttäjälle ilman, että tarkastus täytyy luoda erikseen. Luonnollisesti tarvitaan myös riittävä ohjeistus tarkastuslinjaruudukon tulkitsemiseksi. Lisäksi syötetyn rakennetiedon tarkastamista helpottaisi ja nopeuttaisi, jos rakenneosalle annettu sijainti tarkastuslinjaruudukossa

näkyisi ilman, että tietoa tarkastelevan täytyy siirtyä ”muokkaus kyllä” -tilaan vain nähdäkseen arvot.

Kallion lujituksesta ei ollut saatavilla suunnitelmapiiirustuksia. Huomattiin, että suunnitelmaselostuksessa lukee ”tunnelin katto lujitetaan louhinnan yhteydessä tehtävän kalliomekaanisen kartoituksen antaman tiedon perusteella. Kalliotutkimusten mukaan lujitusrakenteet ovat paikallispulttitusta, paikallista ruiskubetonointia sekä heikoimmilla alueilla systeemipulttitusta ja ruiskubetonointia.” Lujituskokoonpanon tarkennetietokenttään kirjoitettiin selvennykseksi ” Ei lujitussuunnitelmapiiirustuksia, ks. suunnitelmaselostusdokumentti sivu 4. Lujituksen speksit ks. dokumentti työkohtaiset laatuvaatimukset ja työselitykset.” Kallion lujitukselle avattiin kaksi rakenneosaa, ruiskubetoni ja harjateräspultti, ja niille syötettiin ominaisuustiedot laatuvaatimuksissa annettujen tietojen perusteella. Lujitus kattaa katon ja molemmat seinät koko kalliotunnelin pituudelta.

Laitteet ja varusteet -kokoavaan kokoonpanoon syötettiin muun muassa sadevesikaivot sekä näiden tarkastuskaivot ja valaisimet. Kaivoja oli yhteensä noin 60 kappaletta, ja näiden sijainnit kirjattiin paaluluvun perusteella. Tämä oli perusteltua siksi, että mikäli kaivo tukkeutuu, tarkastajan tulee pystyä merkitsemään mikä kaivo on kyseessä, sillä korjattavan kaivon sijaintia ei voi nähdä ilman sen avaamista. Valaisimia oli satoja, ja ne ovat luonnollisesti kaikki silmin nähtävissä. Tarkastaja ja kunnostaja pystyvät siis suoraan näkemään vioittuneen valaisimen, eikä yksittäisen valaisimen sijaintitietoa syötetty rekisteriin. Valaisinten suhteellinen sijainti määräytyy syötetyistä alku- ja loppupaalusta. Laitteita ja varusteita syötettäessä havaittiin, että tiekaide puuttuu tunnelien rakenneosista. Kyseinen rakenneosa löytyy silloilta.

Verhousrakenne sijaitsi tyyppipoikkileikkauspiirustuksen mukaan ainoastaan kalliotunnelin holvissa. Yhdyskäytävien leikkauspiirustuksesta kuitenkin havaittiin, että erillisverhousrakenne yltää myös tunnelin seinään. Tämä pystyttiin vahvistamaan tunnelin kuvamateriaalista. Erillisverhouksesta löytyi vain yksi piirustus. Tämän perusteella sama verhous syötettiin rekisteriin koko kalliotunnelin matkalle. Verhouksen ruiskubetoni sai arvoiksi tarkastuslinjaruudukossa *katto, vasen ja oikea seinä*, ripustus ja lämpöeriste sen sijaan arvon *katto*, sillä seinien osuudesta ei ollut tietoa.

Tiivistyksen osalta betonisia suuaukkoarakenteita ympäröivä kallio esi-injektoidaan pystysuuntaisesti ja kalliotunneli esi-injektoidaan viuhkamaisesti. Työkohtaisten laatuvaatimusten ja työselitysten mukaan ”tunneleissa esi-injektoitavat alueet määritetään louhinnan yhteydessä tehtävillä tunnusteluporauksilla, vesimenekkikokeilla sekä aikaisemmin suoritettujen injektointien ja louhinnan perusteella”, joten esi-injektoitujen osuuksien varmoja sijainteja ei ole tiedossa. Tiivistyskokoonpanon tarkennetietokenttään kirjoitettiin selvennykseksi ”Ei tiivistyssuunnitelmapiiirustuksia, ks. dokumentti työkohtaiset laatuvaatimukset ja työselitykset sivu 14.”

Väylän sivulla oleviksi rakenteiksi syötettiin vallitsevan tiedonmuokkaajakoulutuksen (Väylävirasto 2019b) tulkinnan perusteella tunnelin seinän ja reunakiven välinen betonilaatta sekä itse reunakivi. Nämä syötettiin rekisteriin suunnitelmapiiirustuksen tietojen perusteella.

Tierakenteina syötettiin tyyppipoikkileikkauspiirustuksessa näkyvät päällystekerrokset ja kantava kerros. Varmaa tietoa ei ollut, kuinka pitkälle tunnelin ulkopuolelle tierakenteen katsotaan tiedonsyötön kannalta jatkuvan. Tierakenteen paaluiksi päädyttiin käyttämään tunnelista etäisimpinä syötettyjen rakenneosien sijaintien paalulukuja.

Päärakenneosalle syötettävän ympäristön ulottuvuudesta tunnelin ulkopuolelle tiedonmuokkaajakoulutusmateriaalissa lukee ”lähtökohtaisesti rajoittuu tunnelin omistajan hallinnoimaan alueeseen” (Väylävirasto 2019b). Tätä tietoa ei kuitenkaan ollut saatavilla. Taitorakennerekisterin rakenneosien ominaisuudet -listauksen mukaan ympäristön kokoonpano käsittää seuraavat rakenneosat: aita, kosketussuoja, luiska, portti sekä viherrakenne. Heräsi kysymys, voisivatko kaikki kokonaan tunnelin ulkopuolella sijaitsevat kokoonpanot, kuten puomilaitteisto, kuulua laitteiden ja varusteiden sijaan ympäristöön. Lisäksi havaittiin, että tiedonsyötön koulutusmateriaalin mukaan aita kuuluisi laitteisiin ja varusteisiin eikä ympäristöön. Tulisi myös pystyä määrittelemään, onko jokin rakenne tunnelin läheisyydessä rakennettu esimerkiksi tunnelia vai väylää varten.

Taitorakennerekisterin kopiointitoiminto mahdollistaa kokoonpanojen ja rakenneosien kopioinnin. Yhden päärakenneosan kokoonpanon tietojen syöttämisen jälkeen kokoonpano voidaan kopioida toiseen päärakenneosaan, ja muokkaamalla kopioidun kokoonpanon tietoja päärakenneosaa vastaavaksi voidaan säästää aikaa. Olisi edelleen helpottavaa, jos kopioitu rakenneosa voitaisiin kopioimisen yhteydessä suoraan kohdistaa uuteen sijaintiinsa rakennetiedoissa. Tällä hetkellä tarvitaan kaksi toimintoa: ensiksi luodaan kopio ja sen jälkeen kopioitua osa siirretään oikealle paikalle rakennekuvauksessa.

Kokoonpanojen ja rakenneosien suhteellista sijaintia toisiinsa nähden on mahdollista muuttaa. Käyttöliittymän rakenne aiheutti paikoitellen sekaannusta siirron oikeellisuuden onnistumisesta. Siirto olisi intuitiivisempaa käyttäen drag and drop -periaatetta.

Tiedonsyötön yhteydessä ominaisuustietoja lisätessä ennen muokkaustilasta poistumista rekisteri vaatii painamaan ”tallenna tiedot” -painiketta jotta muutokset tallentuvat. Tallentaminen kestää usein useita sekunteja. Tiedonsyötön yhteydessä kokonaisodotusaika saattaa kasvaa pitkäksi. Tiedonsyötön kannalta olisi sujuvampaa, mikäli välitallennuksia ei tarvittaisi vaan tiedonsyöttöä pääsisi jatkamaan suoraan. Lisäksi tilanteessa, jossa tiedonsyöttäjä on esimerkiksi käynyt virheellisesti muuttamassa rakenneosan lukuarvon ja tallentanut muutoksen, hänellä ei ole mahdollisuutta kumota edellistä toimintaa. Undo-toiminnan avulla tiedon syöttäjä voi olla varma, että lukuarvo palautuu oikein aikaisemmaksi arvoksi. Toisinaan tietoja tallentaessa järjestelmä ilmoittaa ”lomakkeen kentissä on virheellisiä tai puutteellisia arvoja. Korjaa ne ennen tiedon tallentamista”. Järjestelmä ei kuitenkaan kerro, mikä tieto on virheellistä tai puutteellista ja millä tavalla.

Toisiinsa fyysisesti liittyvien päärakenneosien välille tulee luoda liitos. Isokylän tunnelissa kolme yhdystunnelia liittyvät pohjoiseen ja eteläiseen ajoneuvotunneliin. Tarve luoda liitos päärakenneosien välillä on syntynyt Taitorakennerekisterin ajalta ennen karttakäyttöliittymää. Taitorakennerekisterin nykyversiossa karttakäyttöliittymästä

ilmenee toisiinsa liittyvät päärakenneosat sekä mittalinjan päässä olevasta nuolesta rakenteen tarkastussuunta. Heräsi kysymys liitosten luomisen tarpeellisuudesta. Lisäksi havaittiin, että luodun liitoksen voi poistaa, vaikka muokkaustoiminto ei ole kyllä-tilassa, ja toisaalta liitoksen tietoja ei voi muokata muokkaustilassa.

### 3.3.5 Dokumenttien lisäämisestä tehdyt havainnot

Isokylän tunnelin asiakirjat ja suunnitelmapiirustukset, yhteensä 94 dokumenttia, lisättiin etusivun dokumentit-välilehdeltä. Näihin dokumentteihin kuuluivat muun muassa suunnitelmaselostukset, laatuvaatimukset, määräluettelot, betonirakenteiden ja suuaukkorakenteiden laskelmat, geologiset ja kalliomekaaniset selostukset ja piirustukset. Kaikki lisätyt dokumentit olivat tulosteista skannattuja pdf-tiedostoja, sillä alkuperäisiä teksti-, taulukko- tai cad-tiedostoja ei ollut saatavilla.

Dokumenteille annettiin niihin liittyviä ominaisuustietoja. Ominaisuustietoja on käsitelty luvussa 2.2.5. ja tietosisällön jaottelu on esitetty liitteessä 3. Dokumentit linkitettiin syötettyyn Isokylän tunnelin rakennekuvaukseen: päärakenneosiin, kokoaviin kokoonpanoihin, kokoonpanoihin ja rakenneosiin.

Dokumenttien lisäämisen aikana tehtiin havaintoja seikoista, joita saadun käyttökokemuksen perusteella ehdotetaan kehityskohteiksi sujuvamman tiedonsyötön mahdollistamiseksi. Huomiota kiinnittäneet havainnot on kuvattu alle. Alaluvussa 6.5 on nostettu esiin näistä keskeisimmät kehitysehdotukset ratkaisuehdotuksineen.

Dokumentin tyypeissä suunnitteluasiakirjojen kategoriasta ei löydy yksilöityinä tyyppinä esim. asiakirjaluetteloa, suunnitelmaselostusta, määräluetteloa tai laatuvaatimuksia, vaan tällä hetkellä edellä mainitut ovat kaikki muita suunnitteluasiakirjoja.

Dokumenttia ei voi korvata, vaan korvaamiseksi se täytyy ensin poistaa ja lisätä uutena, jolloin dokumentin tiedot ja linkittäminen pitää tehdä uudestaan. Dokumentti tulisi pystyä korvaamaan vanhan päälle suoraan, ja myös revisiohistoriasta olisi hyötyä, jotta näkee milloin ja kuka korvaamisen on tehnyt.

Dokumentin tietoturvaso määräytyy oletuksena aluksi valitun dokumenttityypin perusteella. Mikäli dokumenttityyppiä muutetaan, tulisi tieturvatason aina päivittyä automaattisesti, jotta tiedonsyöttäjän ei varoittamatta ole mahdollista tallentaa dokumenttia korkeammalle turvasolulle kuin mitä hänen muokkausoikeutensa sallivat.

Dokumentin laatimispäivämääräksi tulee automaattisesti tiedoston viimeinen muokauspäivämäärä, joka ei yleensä ole sama asia kuin suunnitelmassa oleva päivämäärä.

Syötetyn dokumentin tiedoista olisi hyvä pystyä tallentamaan mallipohja, jota voidaan käyttää uudelle lisättävälle dokumentille. Tällöin usean samankaltaisen dokumentin, joiden ainoa ero on esimerkiksi tiedostonimi, dokumenttitiedot täytyy syöttää vain kerran, ja tämä voi nopeuttaa tiedonsyöttöä huomattavasti. Mallipohjaa tulisi voida käyttää hyödynnettäessä olemassa olevaa toimintoa, joka mahdollistaa useamman tiedoston samanaikaisen lisäämisen raahaamalla ne tiedoston lisäysikkunaan.

Dokumenttien liittäminen rakenneosiin voidaan tehdä ainoastaan dokumenteista mutta ei rakenneosista käsin.

Valokuvia ei voi liittää suoraan rakenneosaan, vaan ainoastaan liittämällä ensin tarkastukseen.

Jos useamman rekisteriin syötetyn dokumentin haluaa liittää samaan esimerkiksi päärakenneosaan, dokumentteja ei voi valita kerralla, vaan jokainen dokumentti täytyy valita, muokata ja liittää erikseen.

Nykyisellään dokumenttien linkittämisessä rakenneosiin ei ole yhteistä sovittua käytäntöä. Esimerkiksi louhintapiirustus voi olla kaikille päärakenneosille yhteinen, ja se voidaan linkittää joko päärakenneosatasolle tai kuhunkin louhintakokoonpanoon erikseen. Selkeyden vuoksi dokumentti tulisi linkittää rakenneosiin vain kerran.

Ehdotetaan toistaiseksi, että päärakenneosille yhteinen piirustus, jonka sisältö liittyy useampaan kuin yhteen kokoonpanoon, linkitetään päärakenneosaan. Esimerkiksi aikaisemmin mainittu yhteinen louhintapiirustus linkitetään päärakenneosaan, mutta pelkästään tiettyä louhintaosuutta koskeva louhintapiirustus liitetään sille luotuun louhintakokoonpanoon.

Tällä hetkellä ei kuitenkaan ole varmaa tietoa siitä, kuinka usein ja missä tilanteissa tiedostoja tarvitaan esimerkiksi tarkastuksen aikana. Toisin sanoen linkittämisen todellinen tarve ei ole tiedossa. Kun tästä saadaan kokemuspohjaista tietoa, voidaan päättää, miten linkittämisen suhteen toimitaan jatkossa.

PDF- ja muiden yleisesti käytettyjen tiedostoformaattien esikatselu helpottaisi oikean dokumentin löytämistä.

Tiedon viennin ja tuonnin mahdollistaminen (export ja import). Listausta syötettyjen tiedostojen nimistä tai tunnelin kaikista tiedoista ei ole mahdollista tallentaa ulkoiseen tiedostoon. Tunnelin tietojen kirjoittaminen ulkoiseen esim. Excel-tiedostoon helpottaisi tietojen läpikäyntiä ja esimerkiksi rakennetietojen oikeellisuuden tarkastamista. Samaten rakenne- ym. tietoja ei ole mahdollista lukea tai päivittää ulkoisesta tiedostosta.

Tunnelikokonaisuuden kaikkien tietojen ja dokumenttien tallentaminen ulkoiseen (pakattuun) tiedostoon varmuuskopiointia ja arkistointia varten ei ole mahdollista.

## 4 Taitorakennerekisterin käyttäjien tietotarpeet

Luvussa 4 käsitellään asiantuntijahaastattelujen taustaa, tavoitteita ja saatuja tuloksia. Haastattelujen perusteella tehtyjä havaintoja Taitorakennerekisterin käyttävien osapuolten kokemuksia esitellään, ja niistä nostetaan esiin kehityskohteiksi tunnistetut tarpeet. Yhdessä diplomityön kirjoittajan luvussa 3 tekemien tiedonsyötön sekä luvun 5 havaintojen perusteella muodostetaan esitys tunnelien tietosisällön keskeisistä kehityskohdista luvussa 6.

### 4.1 Haastattelututkimuksen kuvaus

Haastattelututkimuksessa haastateltiin kymmentä Taitorakennerekisterin kanssa tekemisissä olevaa asiantuntijaa. Haastateltavat muodostivat laaja-alaisen ryhmän koostuen suunnittelijoista, tilaajista, omistajista, tarkastajista, rataisännöisijöistä, työmaamestareista ja tiedonsyötön vastuuhenkilöistä. Haastateltujen asiantuntijoiden luettelo on esitetty taulukossa 2.

**Taulukko 2. Haastatellut asiantuntijat.**

Haastattelun päivämäärä	Haastateltavan nimi	Yritys/organisaatio
6.2.2020	Antti Rytönen	Väylävirasto
12.2.2020	Simo Siippola	Ins.tsto Suunnittelukide Oy
13.2.2020	Ulla Sipola	Sitowise Oy
20.2.2020	Martti Uuttu	RR Management Oy
24.2.2020	Esko Klemettilä	A-Insinöörit Civil Oy
24.2.2020	Niina Onninen	Väylävirasto
26.2.2020	Ari Kivelä	NRC Group Finland
11.3.2020	Jonna Poikolainen	Sweco PM Oy
7.4.2020	Kari Korpela	Väylävirasto
7.4.2020	Hannu Paattilampi	Pirkanmaan ELY-keskus

Haastattelut tehtiin vuoden 2020 helmi-huhtikuun aikana. Haastatteluprosessi käynnistettiin lähettämällä potentiaalisille haastateltaville haastattelupyynnö sähköpostitse. Sähköpostin tarkoituksena oli haastattelupyynnön lisäksi esitellä tutkimuksen aihe ja tavoitteet. Haastattelukutsu on esitetty liitteessä 1. Taitorakennerekisteriä käyttävien erityisesti kalliorakentamisen kanssa työskentelevien asiantuntijoiden määrä on Suomessa melko rajattu. Ehdokkaat haastateltaviksi valikoituivat jo aiheen kanssa tekemisissä olevien antamista vihjeistä.

Kaikki haastattelut tehtiin yksilöhaastatteluina. Osa haastatteluista tehtiin haastateltavien toimipisteillä pääkaupunkiseudulla. Haastatteluja tehtiin myös puhelimitse ja Skypen välityksellä. Nämä keskusteluhaastattelut olivat kestoaltaan 0,5-2 tuntia.

Haastattelupyynnön yhteydessä tutustuttavaksi toimitettiin myös kysymyspatteristo, joka on nähtävissä liitteessä 2.

Näiden etukäteen toimitettujen haastattelukysymysten oli tarkoitus toimia keskustelun pohjana. Edellä mainitun kolmen haastattelumenetelmän haastattelumuotona oli puolistrukturoitu haastattelu eli teemahaastattelu. Diplomityön tekijä oli laatinut etukäteen keskustelun viitekehyksen, jonka puitteissa haastattelukysymykset käsiteltiin. Haastattelukysymysten järjestyksessä ei kuitenkaan pitäydytty tiukasti, vaan keskustelun eteneminen perustui vapaammin haastattelutilanteessa tapahtuvaan vuorovaikutukseen. Sähköpostin välityksellä tehtyjen haastatteluiden muoto oli strukturoitu, jossa valmiisiin kysymyksiin vastattiin niiden esittämisyjärjestyksessä.

Henkilöhaastattelujen tavoite oli muodostaa käsitys Taitorakennerekisteriä käyttävien henkilöiden kokemuksista, tarpeista ja toiveista. Selvityksessä kartoitettiin muuan muassa sitä, missä laajuudessa haastateltava käyttää ja millä tavoin hän hyödyntää Taitorakennerekisteriä, mitkä tiedot ovat haastateltavien oman työn kannalta tarpeellisia ja millä tavoin Taitorakennerekisterin käyttöä voisi sujuvoittaa.

## **4.2 Asiantuntijahaastatteluista tunnistetut tarpeet**

Haastateltavan toimenkuvasta riippumatta Taitorakennerekisteriä pidettiin sitä käyttävien keskuudessa tärkeänä ja tarpeellisena taitorakenteet kokoavana järjestelmänä. Taitorakennerekisteriä kuvattiin erinomaisena konseptina ja yleisesti hyvänä työ- ja apuvälineenä erilaisissa työtehtävissä. Edeltäjiänsä Siltarekisteriin verrattuna Taitorakennerekisteriä pidettiin huomattavana edistysaskeleena helpompikäyttöisyytensä ja edistyksellisempien sisäänrakennettujen ominaisuuksiensa ansiosta, joiksi laskettiin muun muassa hakujen tekemisen monipuolisuutta hakukriteerien, niiden tallentamisen ja ulkoiseen tiedostoon kirjoittamisen suhteen.

Taitorakennerekisterin käyttötapana oli pitkälti riippuvainen haastateltavan toimenkuvasta. Taitorakenteiden omistaja oli käyttänyt rekisteriä tiedon hakuun viikoittain, eikä hänellä ollut kuin katselijan oikeuksia. Käyttötarkoituksena oli muun muassa suunnitelmatiedon yleinen tarkastelu ja tarkastusraporttien hakeminen korjauksen pohjatiedoksi. Taitorakennerekisterin tietoja oli sujuvasti tarkasteltu myös työmaalla älypuhelimella.

Suunnittelijat olivat hakeneet vanhoja suunnitelmia ja sijaintitietoja uusiin hankkeisiin suunnitelmien pohjatiedoksi, ryhmitelleet rakennejoukkoja ja rakenteita tiedoksi tilaajalle ja vieneet rakennetietoa olemassa oleviin rakenteisiin tarkastuksen lähetessä. Uusia rakenteita ei oltu viety koska tällaisia tunnelikohteita ei ole ollut lähiaikoina, mutta vanhoja rakenteita oli päivitetty muuttuneilla tiedoilla aika ajoin. Todettiin, että toteumatietoa tarvitaan lisää, esimerkiksi louhinta- ja lujitustietoa, jotta osataan tehdä todellisiin rakenteisiin perustuvia suunnitelmia. Taitorakennerekisterin toteumatiedon määrä on toistaiseksi vähäinen.

Taitorakennerekisterin tietoja oli hyödynnetty korjaussuunnitelman laatimisen lähtötietona. Tarkastaja tarvitsee lähtötiedot olemassa olevista rakenteista, ja kunnossapitäjä tarvitsee kuntotiedot tarkastajalta. Pohdittiin, että Taitorakennerekisteri tulisi ohjata mitä kunnostuksessa tarvitaan. Kunnossapitäjät olivat ryhmä, jonka Taitorakennerekisterin käyttö oli vähäisintä ellei olematonta. Kunnossapitäjien käyttämä pääsovellus on Raiku (raiteiden kunnossapito) ja teiden osalta Harja.

Uusista tunneleista on saatavilla paljon tietoa, ja laajuudesta millä tieto tulisi syöttää ilmeni vastakkaisia mielipiteitä. Joiden mielestä kaikki saatavilla oleva tieto tulee syöttää Taitorakennerekisteriin. Toisaalta jotkut kokivat, että syötetyn tiedon tulee palvella tarvetta ja sitä tulee voida hyödyntää tehokkaasti. Lisäksi pohdittiin, että voi olla tarpeita, jotka vaativat mahdollisimman suuren tietomäärän saatavuuden. Useat haastateltavat olivat yksimielisiä siitä, että syötetty tieto tulee olla jaoteltua ja kaikkien tiedonsyöttäjien tulee noudattaa yhteistä logiikkaa, jotta tieto ei ole irrallista ja jäsentelemätöntä vaan helposti haettavissa ja hyödynnettävissä.

Useat haastateltavat toivat esiin, että kaikki rekisterissä oleva tieto ei pidä tarkasti paikkaansa vaan saattaa olla virheellistä tai puutteellista. Kaikkea tietoa ei pysty varmentamaan, joten esitettiin toive, että epävarma tieto tulisi poistaa tai ehkä mieluummin merkitä epävarmaksi, jotta tiedon epäluotettavuus ilmenisi selkeästi. Kun varma tieto syötetään, tulisi tiedon korjaamisen yhteydessä epävarmuus-merkintä poistaa.

Kaikkea tietoa ei tällä hetkellä syötetä rekisteriin, ja tämä koskee erityisesti vanhempaa tietoa, joka ei välttämättä ole digitaalisessa muodossa. Esille nousi jälleen kysymys laatudokumenttien määritelmästä. Kun haastateltavilta kysyttiin, mistä jokin puuttuva tieto ollaan saatu jos sitä ei ole rekisterissä, vaihtoehdot olivat kirjavat. Toisinaan tieto on löytynyt alkuperäisistä asiakirjoista, joiden arkistoijana on ollut esimerkiksi kaupunki, ELY-keskus tai Väylävirasto. Tietolähteenä on myös voinut olla kollega, tieto on saattanut löytyä sähköpostista tai tiedostosta omalla kovalevyllä. Tärkeää tietoa on voitu kirjata virallisiin tai epävirallisiin muistioihin tai pöytäkirjoihin. Näiden sisältämä tieto saattaa olla hyvinkin tärkeää, ja tällaisen tiedon dokumentoinnista ja mahdollisesta viemisestä Taitorakennerekisteriin tulisi sopia.

Tiedonsyötön yhteydessä rekisterin käyttäjät ovat huomanneet, että Taitorakennerekisteriin ei voi vielä syöttää kaikkea tietoa, sillä joitakin rakenneosia ei ole vielä luotu. Todettiin kuitenkin, että kehitystyö Taitorakennerekisterin ylläpitäjän kanssa on tehty hyvässä vuorovaikutuksessa, ja pyyntöihin on reagoitu nopeasti. Taitorakennerekisteriin on myös äskettäin avattu mahdollisuus ehdottaa rakenneosia suoraan järjestelmään.



Haastatellut esittivät runsaasti Taitorakennerekisterin kehitysehdotuksia:

- 3D- ja BIM-mallien ja sekä pistepilvien kasvavan määrän vuoksi pitäisi sopia käytäntö tallentamisesta.
- Laatuasiakirjat tulee määrittää yksiselitteisesti, jotta tunnetaan Taitorakennerekisterin sisältövaatimukset.
- Dokumenttien metatietojen (tagien) käytön määrittely on tärkeää, jotta voidaan hakea isosta joukosta haluttua tietoa.
- Oli kuultu puhuttavan rekisterin kännykkäsovelluksesta, ja tätä pidettiin tervetulleena lisänä. Sovelluksen toivottiin jakautuvan eri osioihin: tarkastustyö, tiedon syöttö ja pelkkä selailu olisivat jokainen oma osionsa, jolloin kuhunkin työhön kuulumattomat elementit eivät veisi tilaa ruudulta tai verkkoyhteydeltä.
- Tiedonhakuun toivottiin selkeytystä. Haku ei välttämättä tuottanut haluttua tulosta, mutta tämä johtui ainakin osin siitä, että tietoa ei ollut tai sitä ei oltu syötetty. Laajaa hakua pidettiin periaatteessa hyvänä, mutta jossain määrin sekavana lukuisine Boolean-operaattoreineen. Muun muassa haluttujen dokumenttien hakeminen tuotti ongelmia.
- Käyttäjien oikeuksia päästä muokkaamaan mitä tahansa tunnelia toivottiin rajattavan.
- Linkittäminen rakenneosiin koettiin työlääksi. Toivottiin rajanvetoa sille, mitkä tiedot syötetään rakennetietoihin ja mitkä löytyvät dokumenteista.
- Rakennekuvauksen syötön ”sisältä ulospäin” -periaate kaipasi selkeytystä eli jonkinlaista malliesimerkkiä.
- Tiedonsyötön vastuista ja velvollisuuksista oli epäselvyyttä, mikä viittaa siihen, että julkaisua LO 36/2018 Taitorakenteiden tiedon käsittelyä ei ole tiedetty tutkia.
- Toivottiin, että Väylävirasto velvoittaa vahvasti eri toimijoita syöttämään tuottamansa ajantasaisen tiedon rekisteriin, jotta se olisi kaikkien saatavilla ja hyödynnettävissä ja estäisi näin vanhentuneeseen tietoon pohjautuvan suunnittelun.
- Tietoisuutta rekisterin olemassaolosta toimijoiden keskuudessa toivottiin edistettävän, ja sitä kautta saada rekisterille lisää käyttäjiä ja samalla saada samalle rekisterille useampia käyttäjiä.
- Eräillä tiedonsyöttäjillä oli kollegoita, joilla oli kiinnostus ja tarve ryhtyä käyttämään Taitorakennerekisteriä. Tämän takia toivottiin järjestettävän lisää koulutuksia.
- Tietokenttien vaatimassa merkkien syötön formaatissa oli toisinaan epäselvyyttä eikä järjestelmä hyväksynyt syöttöä eikä opastanut eteenpäin. Toivottiin, että tietokentän vieressä olisi painike, josta painamalla kyseisestä kohdasta saisi lisätietoa. Muutenkin kaivattiin järjestelmään liitettyä yleistä tiedonsyötön ohjetta.
- Toivottiin, että järjestelmässä olisi kumoa (undo)-ominaisuus.
- Tulisi päättää, miten rakenneosien rajapinnat esimerkiksi tunnelin ja sillan välillä määritetään jos tunnelilla ja sillalla on yhteisiä rakenneosia, jotta tiedetään, syötetäänkö rakenneosat tunnelin vai sillan rakennekuvaukseen.

## 5 Vertailu Taitorakennerekisterin siltatietoihin ja muihin taitorakennerekistereihin

### 5.1 Vertailu Taitorakennerekisteriin syötettyihin siltatietoihin

Vertailussa tunnelien ja siltojen tietosisältöjä Isokylän tunnelia verrattiin KaS-25 Toikkalan risteys- ja ylikulkusiltaan. Kyseinen silta on vuonna 2017 valmistunut 83 metriä pitkä jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta. Vertailun tarkoituksena oli kartoittaa tunnelien ja siltojen perustietojen poikkeamat ja yhtäläisyydet. Tämän tiedon perusteella tietosisältöjä oli tarkoitus mahdollisuuksien mukaan yhtenäistää, turhia tietoja poistaa ja tarpeellisia lisätä.

Vertailun helpottamiseksi Isokylän tunnelin ja Toikkalan sillan perustiedoista laadittiin taulukko, jossa tunnelin ja sillan vastaavat tiedot sijoitettiin taulukon samalle riville. Tämä rinnakkain asettelun tarjoama visuaalisuus mahdollisti tietojen määrän ja sisällön tehokkaan vertailun.

Vertailutaulukkoa tarkasteltaessa ensimmäinen huomio oli tietomäärän poikkeavuus. Tämä johtuu tällä hetkellä Taitorakennerekisterissä toteutetusta tunneleiden ja siltojen perustietojen kategorioiden eroavaisuudesta. Tunnelin perustietojen kategoriat ovat yleistiedot, sijainti- ja geometriatiedot, väylä- ja liikennetiedot sekä lähdetiedot. Siltojen perustietojen kategorioihin kuuluvat edellä luetelluiden lisäksi siltatyypit, poikkileikkaustiedot sekä putket ja kaapelit. Toisin kuin tunnelitiedoista, siltatiedoista on myös mahdollista koota ns. perusraportti, joka muodostuu valikoiduista oleellisista siltojen eri kategorioihin syötetyistä tiedoista.

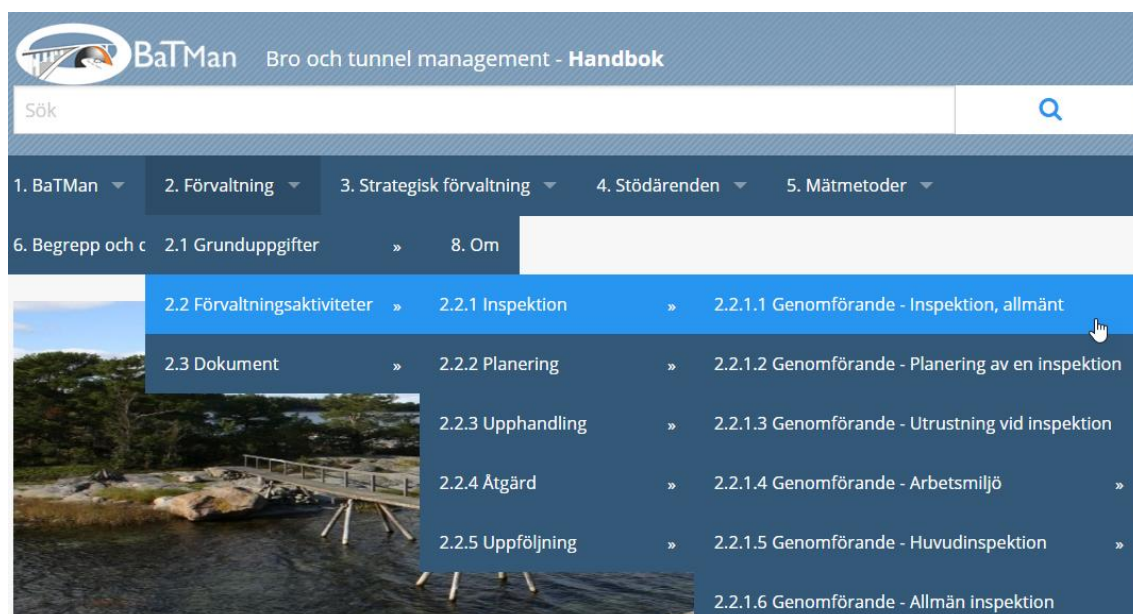
Perustietojen eli aloitusnäkömän vasemmassa yläkulmassa sijaitsevassa kansilehdessä olevia tietoja vertailtaessa huomattiin, että sillan tyyppillä ”jännitetty betoninen jatkuva palkkisilta” ei ole vastinetta tunnelin perustiedoissa. Tunnelilla tyyppi voi olla kallio-, betonitunneli tai näiden yhdistelmä. Myös teräsrakenteisia liikennetunneleita Suomesta löytyy ainakin yksi. Sillan pienimmän hyödyllisen leveyden HLmin vastine kalliotunneleilla olisi lähinnä vapaan tilan leveys ja korkeus. Siltojen suunnittelukuormaa vastaavaa tietoa ei katsottu tarpeelliseksi tunneleilla. Tunnelin pituus sen sijaan on olennainen lisäys. Tällä hetkellä tunnelin pituutta ei syötetä Taitorakennerekisteriin lainkaan. Tunnelin pituuden johdonmukaisen määrittämisen varmistamiseksi itse pituuden määrittelmä tulee tarkistaa ja ohjeistus oikean pituuden käyttämiseksi tulee sisällyttää esimerkiksi itse rekisteriin. Myöskään tunneleille ei ole toistaiseksi syötetty käyttötarkoitusta. Käyttötarkoitus voi olla tietunneli tai rautatietunneli. Tämä tieto on tärkeä, sillä esimerkiksi pelkkä haku sanalla ”tietunneli” ei tuottanut haluttua tulosta, mutta laaja haku tunnelin käyttötarkoituksen perusteella listaa tie- ja rautatietunnelit, joille käyttötarkoitus on määritelty.

Isokylän tunnelin ja Toikkalan risteys- ja ylikulkusillan perustietojen vertailussa tunnistettiin yhteensä 20 tunnelien perustietoihin lisättävää tai poistettavaa tietoa.

## 5.2 Vertailu muihin taitorakennerekistereihin

Ruotsin Liikennevirasto, Trafikverket, on kansallinen virasto, joka vastaa kaikesta Ruotsin tie- ja rautatie-, meri- ja lentoliikenteestä. Trafikverket toimii Ruotsin teiden ja rautateiden rakentajana ja ylläpitäjänä (Trafikverket 2020). Trafikverketin hallinnoima ja kehittämä taitorakennerekisteri on nimeltään Bridge and Tunnel Management. Nimestä käytetään akronyymiä BaTMan. BaTManin synty on samankaltainen kuin Suomen Taitorakennerekisterillä: BatMania edelsi vuonna 1992 perustettu siltarekisteri SAFE BRO, josta edelleen kehitetty BaTMan otettiin käyttöön vuonna 2004. Järjestelmää käyttävät Trafikverketin ohella 120 ruotsalaista kuntaa ja kaupunkia, kuten Tukholman kaupunki sekä Göteborgin kaupunki ja satama. (Mörsell 2017)

BaTMan on selainpohjainen portaali. Karttapohjainen käyttöliittymä mahdollistaa järjestelmään syötettyjen taitorakenteiden perustietojen ja rakenteista otettujen valokuvien katselun kaikille, mutta pääsy suunnitelma- ja muihin detaljitietoihin vaatii järjestelmään kirjautumisen. Rekisteri käsittää tällä hetkellä tietoja yli 40000 taitorakenteesta. Käyttäjää on noin tuhat. BaTMan tukee taitorakenteen toimintoja koko elinkaaren ajan, ollen näin myös kustannusten hallintajärjestelmä. Rekisterin käytön ja taitorakenteiden tarkastamisen ohjeiden ja termien määritelmien lisäksi raportteja, käsikirjoja ja julkaisuja on integroitu suoraan järjestelmään (Kuva 39). (Bridge and Tunnel Management 2020)

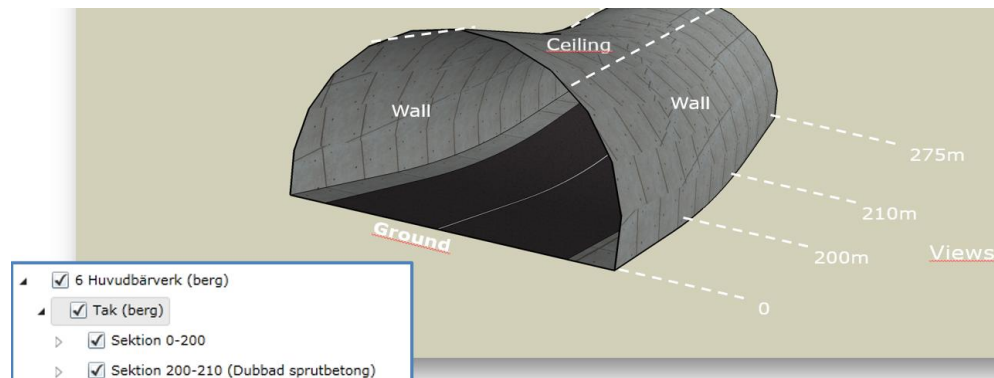


Kuva 39. BaTManin sähköisen käsikirjan valikoimaa (Bridge and Tunnel Management 2020).

BaTManin tietosisältö vastaa melko pitkälle Taitorakennerekisteriä. Järjestelmään on tallennettu tunneleiden eri tasoisia tietoja, asiakirjoja, valokuvia, tunneli-, silta- ja muiden

taitorakenteiden tarkastuksissa syntynyttä tietoa ja näiden pohjalta suunniteltuja toimenpiteitä.

Järjestelmässä on lisäksi ominaisuus, jonka avulla esimerkiksi tunnelin, kuvassa 40, tiettyyn näkymästä tunnistettavaan osuuteen voidaan liittää kuvaavaa tietoa.



**Kuva 40. BaTManin visuaalinen näkymä. (Mörsell 2017).**

Kuten pohjoismaissa, maailmanlaajuisesti tarkasteltuna tunnelien määrä on hyvin vähäinen verrattuna siltoihin. Tämä heijastuu myös kansainvälisissä rekistereissä, joiden sisällön ja kehityksen painopiste on lähes yksinomaan siltatiedoissa. Esimerkiksi kahdella infrastruktuuriltaan mittavalla maalla, Yhdysvalloilla ja Japanilla, on käytössään sillanhallintajärjestelmä, mutta ei tunneleita kattavaa taitorakennerekisteriä. Yhdysvalloissa tällainen käytössä oleva sillanhallintajärjestelmä on Pontis ja Japanissa J-BMS (Japan Bridge Management System). Molemmat järjestelmät ovat lähtökohdiltaan siltojen kuntotietojen monitoroinnin ja ylläpidon välineitä, joilla myös optimoidaan sillan elinkaarikustannuksia. (Miyamoto 2015, Stratt 2010)

Suomessa käytössä oleva Taitorakennerekisteri on tällä hetkellä yksi ainoista kaikkien taitorakenteiden tietovarasto- ja omaisuudenhallintajärjestelmistä.

## 6 Tunnelien tietosisällön keskeiset kehityskohdat

Tähän lukuun koostetut keskeiset kehitysehdotukset on muodostettu Isokylän tunnelin tiedonsyötöstä luku 3, asiantuntijahaastatteluista luku 4 ja luvun 5 vertailusta rekisterin siltatietoihin ja muihin rekistereihin esiin nousseista huomioista ja tarpeista. Alalukujen järjestys vastaa Taitorakennerekisterin kategorisoitua tietorakennetta. Tämä vastaa myös tulevan tiedonsyöttöohjeen rakennetta. Kategorioista riippumattomat yleiset kehitysehdotukset on esitetty viimeisessä alaluvussa.

### 6.1 Perustietojen syöttäminen

Perustiedoilla tarkoitetaan tässä Taitorakennerekisterin tunnelin aloitusnäkyvän vasemmassa yläkulmassa sijaitsevassa kansilehdessä olevia tietoja. Perustietojen olemassa oleviin tietoihin ehdotetaan lisättäväksi tunnelin pituus, tyyppi sekä vapaan tilan leveys ja korkeus (ajoneuvotunneli) tai aukean tilan ulottuma (ratatunneli).

Etusivulla liikennetunnelin perustiedoissa tulee näkyä:

- Sijaintikunta, väylätiedot
- Kunnossapitäjä
- Käyttötarkoitus
- [Tunnelin pituus](#)
- [Tunnelin tyyppi](#)
- [Ajoneuvotunnelin vapaan tilan leveys ja korkeus tai ratatunnelin aukean tilan ulottuman \(ATU\) vaatimuksen täyttyminen](#)

**Sijaintikunta:** Yleistiedot-alakategoriaan syötetty sijaintikunta.

**Väylätiedot:** Väylä- ja liikennetiedot -alakategoriaan syötetty tieosoite tai rataosoite, joka on tieverkkokartan rakenteen keskipiste. Esimerkiksi 00001 024 00500 | Helsinki – Turku.

**Kunnossapitäjä:** Yleistiedot-alakategoriaan syötetty kunnossapitäjä.

**Käyttötarkoitus:** Yleistiedot-alakategoriaan syötetty käyttötarkoitus; tietunneli tai rautatietunneli.

Tietunnelin pituuden määritelmän muodostaminen perustuu Euroopassa käytössä olevan tieverkon turvallisuutta koskevan direktiivin ja Suomessa käytettyyn määritelmään. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2004/54/EY ”Euroopan laajuisen tieverkon tunnelien turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista” mukaan tunnelin pituudella tarkoitetaan pisimmän liikennöidyn kaistan pituutta mitattuna tunnelin täysin katetulla osalla (EUR-Lex (2004). Tämä määritelmä on yhdenmukainen Liikenneviraston määritelmän kanssa: tietunnelin pituudella tarkoitetaan pisimmän ajokaistan pituutta,

joka on kokonaan katettu (Liikennevirasto 2017). Määritelmän tarkentamiseksi tässä diplomityössä ehdotetaan, että kaistan pituudeksi määritellään kaistan keskilinja pituus.

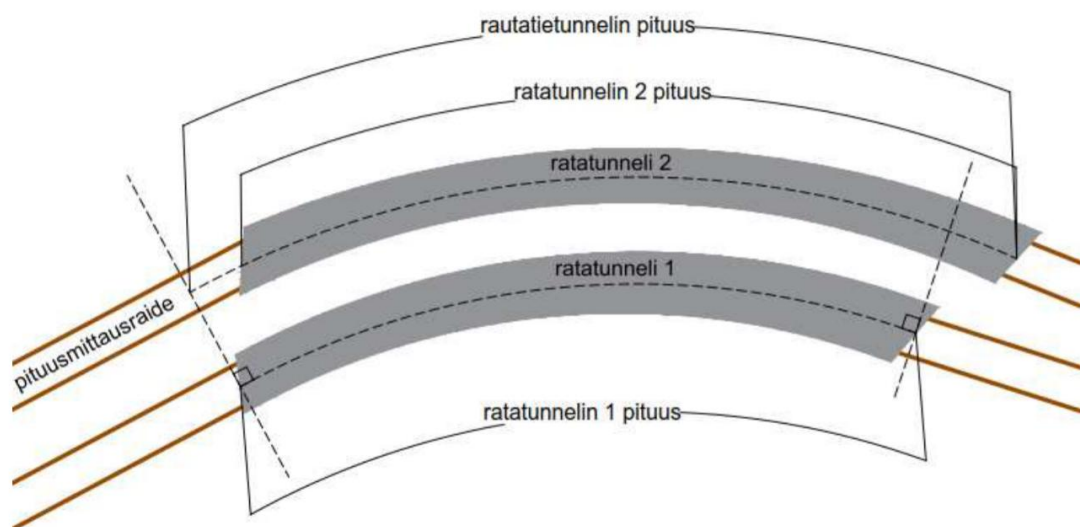
Tällä hetkellä Taitorakennekisteriin syötettyjen ajoneuvotunneleiden mittalinja ja sitä kautta saatava tunnelin pituustieto ei ole yhteneväinen direktiivin kanssa. Tulevaisuudessa tunnelin pituus tulee määrittyä automaattisesti järjestelmään syötetyn koordinaattitiedon perusteella. Tulee huomioida, että tunnelin pituutta ei välttämättä lasketa mittalinjaa pitkin, vaan pisimmän ajokaistan keskilinja voi kulkea mittalinjan vieressä jolloin myös tunnelin katettu osuus saattaa poiketa. Lisäksi, kun tunnelin mittalinjan katetun osuuden alku- ja loppupaalu koko mittalinjan ohella voidaan määrittää koordinaatteina, mittalinjan geometria ja tunnelin paalutus ovat suoraan sidoksissa toisiinsa.

**Tietunnelin pituus:** Yleistiedot-alakategoriaan syötetty tunnelin pituus. Syötetään yhden metrin tarkkuudella siten, että tunnelin pituudeksi kirjataan tietunnelin pisimmän kokonaan katetun liikennöidyn kaistan keskilinja pituus. EU-direktiivi (EUR-Lex 2004) koskee yli 500 metrin pituisia tunneleita, joten tunnelin pituus vaikuttaa mm. poistumisteiden, turva- ja opastusvalaistusten sekä yhdyskäytävien lukumäärän vaatimuksiin.

**Rautatietunnelin pituus:** Yleistiedot-alakategoriaan syötetty tunnelin pituus, joka noudattaa Ratateknisten ohjeiden RATO 18 määritelmää.

”Ratatunnelin pituus on sen alku- ja loppupisteiden välinen etäisyys raiteen keskilinjaa pitkin laskettuna. Alkupiste on ratakilometrin kasvusuunnassa ensimmäinen suuaukkorakenteen otsan ja raiteen keskilinja leikkauspiste, ja loppupiste on vastaava leikkauspiste tunnelin toisessa päässä.

Rautatietunnelin pituus on siihen kuuluvien ratatunneleiden alkamispisteiden pienimmän ratakilometriluvun (Km+m) ja loppupisteiden suurimman ratakilometriluvun välinen etäisyys pituusmittausraidetta pitkin mitattuna oheisen kuvan (Kuva 41) mukaan.” (Liikennevirasto 2018a)



Kuva 41. Rautatietunnelin pituuden määrittäminen (Liikennevirasto 2018a).

”Jos ratatunneli haarautuu, rautatietunnelin pituus määräytyy pisimmän tunneliin muodostuvan raideyhteyden mukaan. Tunnelin alku- ja loppupiste määritellään samalla ratasuunnalla olevaan pituusmittausraiteeseen projisoiden kuten haarautumattomissakin tunneleissa.” (Liikennevirasto 2018a)

**Tunnelin tyyppi:** Yleistiedot-alakategoriaan syötetty tunnelin tyyppi; kalliotunneli, betonitunneli, näiden yhdistelmä (betonikallio tai kalliobetoni) tai terästunneli. Vastaa silloille määriteltyä siltatyyppin tietoa.

Kalliotunneli on tunneli, jonka pääasiallinen kantava rakenne on sitä ympäröivä kalliomassa (Väylävirasto 2019a). Vastaavasti betonitunneli on tunneli, jonka pääasiallinen kantava rakenne on sitä ympäröivä betonimassa. Myös terästunneli on mahdollinen rakentamiskäytäntö, ja silloin pääasiallinen kantava rakenne on teräs (Liikennevirasto 2018a).

Suurimmassa osassa Suomen liikennetunneleita on sekä kallio- että betonirakenteisia tunneliosuuksia. Tässä diplomityössä ehdotetaan, että pääasiallinen kantava rakenne tarkoittaa yli 75%:n osuutta tunnelin pituussuuntaisesta rakenteesta. Esimerkiksi, jos tunnelin pituussuuntaisesta kantavasta rakenteesta yli 75%:a on kalliota, tunneli on kalliotunneli. Mikäli kallion tai betonin osuus tunnelista ei ylitä 75%:a, tunneli on joko betonikallio (BK) -tunneli tai kalliobetoni (KB) -tunneli, jossa nimen jälkimmäinen komponentti on kantavan rakenteen osuudelta hallitseva. Esimerkiksi jos tunnelin kantavan rakenteen betoni/kallio -suhde on 40/60, kyseessä on betonikalliotunneli. Jos betonin ja kallion suhde on 50/50, tässä rajatapauksessa kyseessä on betonikalliotunneli.

**Vapaan tilan leveys ja korkeus tai aukean tilan ulottuman vaatimuksen täyttyminen:** Tietunnelilla pääraakenneosalle ajoneuvotunneli syötetty vapaan tilan leveys ja korkeus, jota saatetaan tarvita erikoiskuljetuksia varten. Rautatietunnelilla pääraakenneosalle ratatunneli syötetty aukean tilan ulottuman (ATU) vaatimuksen täyttyminen. Pääraakenneosalle syötetyt arvot periytyvät Yleistiedot-alakategoriaan. Aukean tilan ulottuman määritelmä: se raidetta pitkin ulottuva tila, jonka sisällä ei saa olla kiinteitä rakenteita eikä laitteita. (Liikennevirasto 2018a)

### 6.1.1 Yleistiedot

Poistettavat ja lisättävät tiedot kommentteineen on esitetty yhteenvetona alla.

**Standardikuvaus:** (lisätään) Käytetty standardikuvaus näkyy tietokentässä. Eri tunnelityypeille tulisi luoda standardikuvaukset, jotka kuvaavat rakenteelta vaaditun rakenneosatasoisen tietosisällön. Minimitason tulee vastata kysymykseen tietosisällöstä, joka vaaditaan, että tunneli voidaan tarkastaa taitorakennerekisteripohjaisesti. Standardikuvaukset voisivat olla saatavilla suoraan tunnelien rakennetiedot-lehdellä tiedonsyötön malliesimerkkinä kuten silloilla.

**ADR-tunneliluokka:** Vaarallisten aineiden kuljetusluokitus tarvitaan tietunneleille.

**Huomautukset:** Taitorakennerekisterissä tehty haku tuottaa listan tuloksista, joissa rakenteen nimen alla näkyy yleistietojen ”huomautukset”-kenttään kirjoitettu tieto, joka voi tällä hetkellä olla eri rakenteissa hyvin sattumanvaraista tai spesifistä. Tästä on esimerkki kuvassa 42. Tulisi päättää, mitä tietoa haun tuloksissa näkyy, ja mihin huomautuskenttää käytetään.



**Kuva 42. Haussa näkyvä huomautuskentän tieto.**

**Mittatiedot:** lisätään seuraavat:

- Tunnelin pituus (tai pituudet). Jos rakenteessa on enemmän kuin yksi ajoneuvo/ratatunneli, syötetään molemmat. Pidemmän tunnelin pituus kopioituu perustietoihin.
- Tunnelin louhintaprofiilin min. Voi myös olla betonitunneliprofiilin arvo.
- Tunnelin louhintaprofiilin max. Voi myös olla betonitunneliprofiilin arvo.
- Tunnelin rakenneprofiilin min.
- Tunnelin rakenneprofiilin max.
- Tiealueen leveys (ajorata + piennar). Kopioituu pää rakenneosalta.
- Ajoradan leveys (listataan lukumäärän mukaan). Kopioituu pää rakenneosalta.
- Ajokaistan leveys ja lukumäärä tai rautatietunnelin ratojen lukumäärä.
- Vapaan tilan leveys tai ATU-vaatimuksen täyttyminen. Kaikkien tunnelin eri osien pienin arvo. Kopioituu pää rakenneosalta ja edelleen perustietoihin.
- Vapaan tilan korkeus tai ATU-vaatimuksen täyttyminen. Kaikkien tunnelin eri osien suurin arvo. Kopioituu pää rakenneosalta ja edelleen perustietoihin.

Isokylän tunnelin pohjapiirustuksessa ei ollut mittalinjaa. Lähtötietona toimivissa suunnitelmissa louhinnan mittalinja oli ainoa linja, jolle oli annettu koordinaatit. Alaluvussa 3.3.3 Isokylän ajoneuvo- ja yhdystunneleiden paalutus kuvattiin, miten vaivalloista oli luoda väylän paalutukseen sidottu mittalinja ajoneuvotunneleille, jotta tunnelin rakenneosille saatiin rakennekuvauksen kannalta välttämätön suhteellinen sijainti ja tunnelin geometria saatiin piirtymään karttanäkymälle. Jotta tarkastaja tietää mittalinjan sijainnin, tulee mittalinjan paikka tunnelin poikkileikkauksessa esittää rakennekuvauksessa.



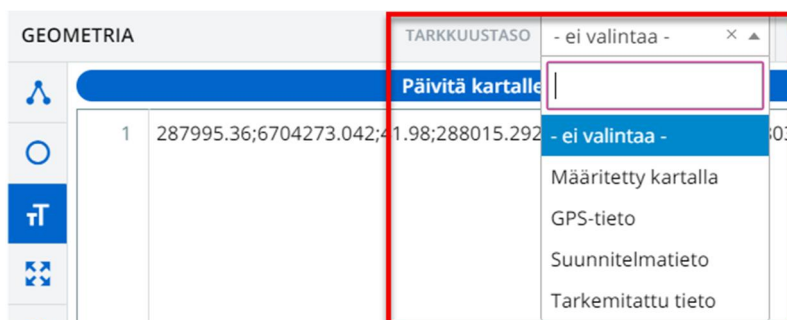
Päärakenneosan tarkenne-tietokentän rajoitus on tällä hetkellä 200 merkkiä, joka saattaa rajoittaa riittävän kuvaavan mittalinjan sijainnin kirjoittamista. **Ehdotetaan, että pää rakenneosalle luodaan uusi ominaisuustieto ”mittalinjan paikka poikkileikkauksessa”.** Mikäli mittalinjojen sijainnit eivät näy suunnitelmapiirustuksissa, ajoneuvotunnelien mittalinjojen sijainnit kirjataan tänne, ja ne kopioituvat myös yleistietoihin.

Tiedonsyötön yhteydessä havaittiin, että lujituksista ja tiivistyksistä ei löytynyt suunnitelmapiirustuksia, vaan työkohtaiset laatuvaatimukset ja työselitykset -dokumentin mukaan tarkempi toteutus päätetään työn aikana louhinnan yhteydessä. **Ehdotetaan, että tiedon tarkkuudelle tai varmuudelle on oma ominaisuustieto kokoavan kokoonpanon yhteydessä.** Toteutustapa voisi olla tietokenttä tai vetovalikko, jossa vaihtoehdot ovat esimerkiksi tietoa ei ole, tieto on epävarma, tietoa ei suunnitelmapiirustuksissa, tieto on vanhentunut tms. Tieto kopioituu yleistietoihin.

### 6.1.2 Sijainti- ja geometriatiedot

Rakenteen geometriatieto on tarpeeton. Geometria syötetään ja se piirtyy karttanäkymään pää rakenneosille syötetyn tiedon perusteella.

Päärakenneosan geometriatiedon syöttämisen yhteydessä määritetään tiedon tarkkuustaso kuvassa 43 esitetyllä tavalla. Myös rakenteen keskipisteen tarkkuustaso voidaan määrittää samalla tavalla.



Kuva 43. Geometriatiedon tarkkuustaso.

### 6.1.3 Tunnelityypit

Ehdotetaan uutta kategoriaa tunnelityypit. Kattegoria sisältää seuraavat tiedot:

**Tunnelin tyyppi:** kallio/betonitunneli. Tieto kopioituu yleis- ja perustietoihin.

**Rakenteen muut tunnelit:** yhdystunnelien jne. lista ja lukumäärä.

**Kuilut:** mahdollinen tunnistet ja lukumäärä.

**Tunneliin liittyvät maanpäälliset rakennukset:** mahdollinen tunnistet ja lukumäärä.

#### **6.1.4 Väylä- ja liikennetiedot sekä lähdetiedot**

Väylä- ja liikennetiedoille sekä lähdetiedoille ei tunnistettu muutostarpeita.

#### **6.1.5 Perusraportti**

Tunnelien perusraporttia ei tällä hetkellä ole. Mahdollinen tarve tulee selvittää.

### **6.2 Kunto- ja tapahtumatietojen syöttäminen**

Tässä diplomityössä Taitorakennerekisteriin syötettiin Isokylän tunnelin tietoja ja lisättiin dokumentteja. Isokylän tunneli oli perustettu rakenteena Taitorakennerekisteriin ennen tämän diplomityön kirjoittamisen aloitusta, ja tunnelitarkastusten tuloksena syntyneitä kunto- ja tapahtumatietoja oli jo syötetty. Uusia tarkastuksia ei kirjoittamisen aikana tehty. Jos tunnelitietojen keräämisen yhteydessä löytyisi vanhoja tarkastuksia tai korjaustietoja, on ne hyvä tiedonsyötön aikana viedä kunto- ja tapahtumatietoihin. Isokylän tunnelin vanhoja tietoja ei kuitenkaan ilmennyt.

### **6.3 Rakennetietojen syöttäminen**

Alaluvussa 6.1.1 Yleistiedot käsiteltiin tiedonsyötöstä havaittuja tarpeita rakennekuvauksen päärakennepösiin ja kokoonpanoihin lisättävistä ominaisuustiedoista, jotka liittyivät tietoon mittalinjan sijainnista poikkileikkauksessa sekä tiedon olemassaolon tai varmuustason merkintään. Ehdotettiin, että nämä tiedot kopioituvat yleistietoihin.

Kysymys siitä, millä laajuudella rakennetieto on tarpeellista syöttää ja milloin riittää, että tieto on löydettävissä dokumenteista, on hyvin tärkeä. Haastattelujen perusteella selvisi, että syötettävän tiedon määrästä oli kahdenlaisia näkemyksiä. Ensimmäisen kannan mukaan kaikki saatavilla oleva tieto tulisi syöttää Taitorakennerekisteriin. Tämä tarkoittaa kaikkia asiakirjoja ja rakennekuvausta ominaisuustietoja myöten. Toisaalta asia nähtiin myös maltillisemmin: turhaa tieto ei tulisi laittaa rekisteriin varmuuden vuoksi, vaan syötetyn tiedon kriteerinä tulee olla tarve ja hyöty.

Vuonna 2018 julkaistu Väyläviraston Taitorakenteiden tiedon käsittely -ohje pätee alkaviin uusiin hankkeisiin. Ohjeen kanta on selkeä ja velvoittaa rakennetietojen syöttämisen jo ennen suunnitelmien hyväksymistä: ”suunnittelija perustaa rakenteen, syöttää perustiedot ja tekee rakennekuvauksen Taitorakennerekisterissä ennen rakennussuunnitelman hyväksymistä. Rakenteen perustaminen taitorakennerekisteriin tulee tehdä ennen suunnitelmien toimittamista tarkastukseen, suunnitelmien hyväksymisen edellytys on rakenteen oikein toteutettu tietosisältö”. ”Vastuu tiedon syöttämisestä Taitorakennerekisteriin on hankkeeseen ryhtyvällä. Käytännössä tiedon syötön tekee tilaajan vastuullinen toimija prosessin eri vaiheissa”. Ohje sanoo dokumenttien tallentamisesta Taitorakennerekisteriin: ”suunnitelmadokumentit ja mm.

laatuaineisto tallennetaan Taitorakennerekisteriin”. Laatuaineistosta sanotaan ”kyseessä olevan taitorakenteen laadusta ja toteutuksesta kertova aineisto. Sisältää mm. tiedot käytetyistä materiaaleista. Laatuaineisto vaihtelee taitorakenteen tyypin ja koon mukaan. Tässä ohjeessa ei oteta kantaa laatuaineiston sisältöön.” (Liikennevirasto 2018b)

Taitorakenteiden tiedon käsittely -ohjetta voinee tulkita niin, että Taitorakennerekisteriin syötetään kaikki hankkeeseen liittyvä aineisto paitsi se, joka jäisi laatudokumentin määritelmän ulkopuolelle. Lisäksi ohje velvoittaa rakennetiedon syöttämisen ennen rakennussuunnitelmien hyväksymistä.

Voidaan kuitenkin pohtia – mikä on tiedon määrän syötön optimaalinen raja? Ketä rakennekuvaukseen syötetty tieto palvelee ja missä tilanteissa? Milloin riittää, että tieto löytyy rakennekuvauksen sijaan dokumenteista? Millä tavoin haluttu tieto on löydettävissä dokumenteista? Miten varmistetaan, että metatiedot on syötetty yhtenäisellä tavalla?

Taitorakennerekisteriin syötettävän tiedon laajuus tulee määrittää. Lisäksi tulee määrittää, millä tasolla tieto tulee syöttää rakennekuvaukseen, ja missä tapauksissa riittää, että ominaisuus- ym. tiedot ovat saatavilla dokumenteista, ja pelkkä kokoonpanon paikkatieto on riittävä.

Kysymystä tiedon vähimmäistason vaatimuksesta voi lähestyä tiedon eri käyttäjäryhmien tarpeista. Tarkastajalle rakenneosan tunnistamiseen ja vaurion kirjaamiseen riittää yleensä nimi- ja paikkatieto. Yleensä riittää myös, että pelkät näkyvät rakenneosat viedään rakennekuvaukseen. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että piilossa olevat rakenneosat voivat olla merkityksellisiä. Esimerkiksi verhouksen rakenteella ja piilossa olevilla kuivatusrakenteilla voi olla merkitystä vaurioiden tulkintaan ja tarkastuksen kohdentamiseen oikeaan kohtaan.

Kunnossapitäjä kykenee todennäköisesti suoriutumaan työstään samantasoisilla tiedoilla kuin tarkastaja, mutta kunnossapitäjälle tarkempi materiaali- tai muu ominaisuustieto voi olla hyödyksi korjauksia tehtäessä.

Korjaussuunnitelman laatimisen lähtötietoihin kuuluvat saatavilla olevat paikka-, mitta-, materiaalitiedot sekä valokuvat ja piirustukset. Onnistuneen suunnitelman laatiminen edellyttää, että dokumenteista käy ilmi miten korjattava rakenne on alun perin suunniteltu ja toteutettu.

Taitorakenteen omistajan kannalta Taitorakennerekisterin tietosisällön tulee tukea omaisuudenhallintaa ja palvella haluttua tarkoituspäämäärää. Väyläviraston Taitorakenteiden tiedon käsittely -ohjeen mukaan käytännössä kaikki tieto tulee viedä rekisteriin. Mikäli tarkoituksena on tehdä rekisteristä tehokkaita hakuja tietyn kriteerin, edellyttää onnistuminen, että rekisteriin on syötetty kattavasti tietoa ja tieto on syötetty yhtenäisellä logiikalla, jotta haluttu tieto suodattuu tarkasteltavaksi. Näin rekisteristä voisi hakea tietoja esimerkiksi kaikista tietyn vuosimäärän päästä tarkastettavista tunneleista tai luoda tunneleista tilastoitua kuntotietoa. Jos tietynlaisesta rakenneosasta havaitaan toistuvasti vaurioita, ominaisuustietojen avulla tehty haku voisi helpottaa muiden vastaavien

riskirakenteiden tunnistamista. Rekisteriin rakennetun automatiikan avulla järjestelmä voisi ilmoittaa etukäteen korjausta vaativista taitorakenteista ja ohjata mitä kunnostuksessa tarvitaan. Kaiken tämän mahdollistaminen edellyttää kattavaa tietosisältöä, edistynyttä järjestelmää ja harkittujen käyttötarkoitusten soveltamista.

Taitorakennerekisterin tiedonmuokkaajakoulutuksen mukaan rakenteen ulkopuolinen ympäristö ”lähtökohtaisesti rajoittuu tunnelin omistajan hallinnoimaan alueeseen” (Väylävirasto 2019b). Tämä tieto ei kuitenkaan ole välttämättä saatavilla kun rakennetietoja syötetään. Asiantuntijahaastattelussa kuultiin, että eräs tiedonsyöttäjä oli sisällyttänyt kaikki 100 metrin sisällä sijaitsevat rakenneosat tarkemman ohjeistuksen puuttuessa. Vastuu tarkastusalueen laajuudesta on tiedonsyöttäjällä, sillä tarkastaja voi kuitata tarkastuksen valmiiksi Taitorakennerekisterissä vasta sitten, kun rakennekuvauksen mukaisten tarkastusgridien rakenneosat on tarkastettu.

Ehdotetaan, että tunnelin rakenneosat tulee syöttää vähintään alueelta, joka kattaa suoraan tunnelin käyttöön liittyviä rakenteita. Tällaisiksi luetaan mm. tunnelin alkamisesta ja päättymisestä kertovien liikennemerkkien väliin jäävät rakenneosat, turvallisuuteen ja poikkeustilanteisiin liittyvät rakenteet kuten puomit, valvontakamerat, opasteet, tunnelin lähellä olevat kallioavoleikkaukset ja muut rakenteet, jotka pettäessään voivat vaarantaa tai estää tunnelin käytön. Oleellisesti tunneliin kuuluviin rakenteisiin luetaan myös tunnelin suuaukolta lähtevät tiekaiteet ja tiealuetta tai tunnelin suuaukkoa reunustava aita.

Kalliotunnelin ja betonitunneliosuuden keskinäisen sijainnin kirjaaminen rakennetietoihin ja suuaukkojen pintojen arvojen antaminen tarkastuslinjaruudukkoon ei ollut intuitiivista, ja ohjeistuksesta olisi selkeästi apua. Asiaa vaikeutti myös tiedonsyötön tarkastamisen vaikeus. Tiedonsyöttäjän, jolla on muokkausoikeudet, ei ole mahdollista luoda uutta tarkastusta, jotta hän voisi varmistaa, että hänen syöttämänsä tiedot näkyvät oikein. Tiedonsyötön virheettömyyden varmistamiseen tarvitaan työkalu, jottei väärin syötetty rakenne paljastu vasta tarkastuksen yhteydessä hankaloittaen ja hidastaen tarkastustoimintaa.

## **6.4 Kuvien lisääminen rekisteriin**

Tässä diplomityössä Taitorakennerekisteriin syötettiin Isokylän tunnelin tietoja ja lisättiin dokumentteja. Isokylän tunneli oli perustettu rakenteena Taitorakennerekisteriin ennen tämän diplomityön kirjoittamisen aloitusta, ja tunnelista otetut valokuvat olivat lisätty valmiiksi. Valokuvat otetaan yleensä tarkastusten aikana, ja uusia tarkastuksia ei kirjoittamisen aikana tehty. Tämän vuoksi uusia valokuvia ei työn kirjoittamisen aikana lisätty.

## 6.5 Dokumenttien lisääminen rekisteriin

Tähän lukuun on valittu keskeisimmät alaluvussa 3.3.5 esitetyistä dokumenttien lisäämisestä tehdyistä havainnoista, joiden katsotaan olevan oleellisia kehityskohtia sujuvamman ja virheettömämmän tiedonsyötön mahdollistamiseksi.

**Dokumenttityyppien tarkempi jaottelu:** dokumentin tyypeissä suunnitteluasiakirjojen kategoriasta ei löydy yksilöityinä tyyppinä esimerkiksi asiakirjaluetteloa, suunnitelmaselostusta, määräluetteloa tai laatuvaatimuksia, vaan tällä hetkellä edellä mainitut ovat kaikki muita suunnitteluasiakirjoja.

**Dokumentin tietoturvasaso:** määräytyy oletuksena aluksi valitun dokumenttityypin perusteella. Mikäli dokumenttityyppiä muutetaan, tulisi tieturvasason aina päivittyä automaattisesti, jotta tiedonsyöttäjän ei varoittamatta ole mahdollista tallentaa dokumenttia korkeammalle turvasasolle kuin mitä hänen muokkausoikeutensa sallivat.

**Dokumentin laatimispäivämäärä:** järjestelmä antaa automaattisesti tiedoston viimeinen muokkauspäivämäärän, joka ei yleensä ole sama asia kuin suunnitelmassa oleva päivämäärä.

**Dokumenttien mallipohja:** syötetyn dokumentin tiedoista olisi hyvä pystyä tallentamaan mallipohja, jota voidaan käyttää uudelle lisättävälle dokumentille. Tällöin usean samankaltaisen dokumentin, joiden ainoa ero on esimerkiksi tiedostonimi, dokumenttitiedot täytyy syöttää vain kerran, ja tämä voi nopeuttaa tiedonsyöttöä huomattavasti. Mallipohjaa tulisi voida käyttää hyödynnettäessä olemassa olevaa toimintoa, joka mahdollistaa useamman tiedoston samanaikaisen lisäämisen raahaamalla ne tiedoston lisäysikkunaan.

**Dokumenttien esikatselu:** PDF- ja muiden yleisesti käytettyjen tiedostoformaattien esikatselu helpottaisi oikean dokumentin löytämistä.

**Dokumenttien linkitys rakenneosiin:** nykyisellään dokumenttien linkittämisessä rakenneosiin ei ole yhteistä sovittua käytäntöä. Esimerkiksi louhintapiirustus voi olla kaikille päärakenneosille yhteinen, ja se voidaan linkittää joko päärakenneosatasolle tai kuhunkin louhintakokoonpanoon erikseen. Selkeyden vuoksi dokumentti tulisi linkittää rakenneosiin vain kerran.

Ehdotetaan toistaiseksi, että päärakenneosille yhteinen piirustus, jonka sisältö liittyy useampaan kuin yhteen kokoonpanoon, linkitetään päärakenneosaan. Esimerkiksi aikaisemmin mainittu yhteinen louhintapiirustus linkitetään päärakenneosaan, mutta pelkästään tiettyä louhintaosuutta koskeva louhintapiirustus liitetään sille luotuun louhintakokoonpanoon.

Tällä hetkellä ei kuitenkaan ole varmaa tietoa siitä, kuinka usein ja missä tilanteissa tiedostoja tarvitaan esimerkiksi tarkastuksen aikana. Toisin sanoen linkittämisen todellinen tarve ei ole tiedossa. Kun tästä saadaan kokemuspohjaista tietoa, voidaan päättää, miten linkittämisen suhteen toimitaan jatkossa.

## 6.6 Yleiset kehitysehdotukset

Suunnitelmien ja toteutuneen rakenteen todentaminen on erittäin tärkeää. Toteumatietoja on kaivattu, ja toistaiseksi niitä on viety Taitorakennerekisteriin niukasti. Pistepilvien ja 3D- ja tietomallien osalta yleensä tulisi tehdä päätös, miten nämä viedään Taitorakennerekisteriin. Mikäli tieto, minne mallit on tallennettu, on olemassa eikä malleja tallenneta Taitorakennerekisteriin, minimivaatimuksena tulisi olla tieto, miltä taholta mallit tarvittaessa löytyvät.

Rakenteiden muokkaus- ja katseluoikeuksien tulisi tarvittaessa olla rajattuja. Kokemuksen perusteella tällä hetkellä muokkaajan oikeudet sallivat minkä tahansa rakenteen muokkaamisen.

Tiedonsyöttäjien keskuudessa ilmeni epäselvyyttä vastuista – kuka syöttää mitä tietoa, missä vaiheessa ja missä laajuudessa. Väyläviraston Taitorakenteiden tiedon käsittely - ohje tulisi tuoda näkyvämmiin esille. Joidenkin osapuolten osalta oltiin epätietoisia tai melko välinpitämättömiä Taitorakennerekisterin olemassaolosta. Kunnossapitäjät ovat rutinoituneet käyttämään Raikua (raiteiden kunnossapito) ja vesiväylien kanssa tekemisissä olevat Reimari-rekisteriä. Koettiin, että sekä ohjeita että erilaisia rekistereitä on liikaa. Todettiin, että mikäli Taitorakennerekisteristä halutaan todellinen kaikkien eri toimijoiden tarpeita palveleva omaisuuden ja tiedon integroitu hallintajärjestelmä, tulee tietoisuutta nostaa pitämällä tietoiskuja ja sitä seuraavia koulutuksia. Jotta tiedosta koko laajuudessaan on vain yksi ajantasainen kaikkien rekisterinkäyttäjien saatavilla oleva versio, täytyy tiedolla olla yksi master-järjestelmä.

Taitorakennerekisterissä on jonkin verran tietokenttiä, joiden oikealla puolella on kysymysmerkki, jonka takaa aukeaa lisätietoikkuna. Näitä tulisi olla enemmän. Joskus ilmenee tilanteita, joissa järjestelmä ei hyväksy syötettyä tietoa, mutta ei ilmoita missä muodossa se tulisi syöttää. Tiedonsyötön ohjeistus voisi myös olla kiinteä osa Taitorakennerekisteriä.

Tiedonsyötön yhteydessä ominaisuustietoja muuttaessa rekisteri vaatii painamaan ”tallenna tiedot” -painiketta, jotta muutokset tallentuvat ja käyttäjä voi siirtyä eteenpäin. Erheellisen toiminnan kumoamiseksi Undo-toiminnon avulla tiedon syöttäjä voisi olla varma, että lukuarvo palautuu varmasti aikaisemmaksi arvoksi.

## 7 Yhteenveto ja johtopäätökset

### 7.1 Yleistä

Tämä työ koostuu empiirisestä tutkimusta, asiantuntijahaastatteluista ja kirjallisuustutkimuksesta. Empiirisessä tutkimuksessa Taitorakennerekisteriin syötettiin Väyläviraston omistaman Isokylän tunnelin tiedot. Tiedonsyöttö Taitorakennerekisteriin tapahtui noviisin toimesta, sillä diplomityön kirjoittaja ei ollut aikaisemmin käyttänyt Taitorakennerekisteriä. Ensikertalaisena tiedonsyöttäjänä havaintojen tekeminen perustui ensikokemukseen, jolloin huomio kiinnittyi spontaanisti seikkoihin, joissa tuntui olevan kehittämisen varaa.

Diplomityön alussa esiteltiin Taitorakennerekisterin tunnelitiedon hierarkkinen rakenne. Tieto jakautuu viiteen pääkategoriaan: perustiedot, kunto ja tapahtumat, rakennetiedot, kuvat ja dokumentit. Tiedonsyötön alkaessa Isokylän tunneli oli jo perustettu Taitorakennerekisteriin, ja tunnelille oli suoritettu tarkastus, jonka yhteydessä rekisteriin oli syötetty valokuvia ja kuntotietoa. Tutkimuksessa havaintojen tekeminen perustui siis kolmeen muuhun kategoriaan: perustietoihin, rakennetietoihin sekä dokumentteihin.

Isokylän tunnelin perustietoja verrattiin Toikkalan risteys- ja ylikulkusiltaan. Vertailun perusteella silloilla on jo tällä hetkellä runsaammin perustietojen kategorioita. Tästä huolimatta monet tietokentät olivat tyhjiä, joten syötettävän tietosisällön potentiaalista määrää ei oltu koko laajuudessaan hyödynnetty. Tunnelirakenteista tunnistettiin 20 lisättävää tai poistettavaa tietoa. Perustiedoksi tunnelin pituudesta tehtiin ehdotus, joka pohjautui hallitsevaan EU-direktiiviin ja Suomessa käytettyihin ohjeisiin.

Suurin osa tiedon syötön ajasta kului rakennetietojen syöttämiseen. Saatavilla olleen suunnitelmatiedon sisällön vuoksi tunnelin perusgeometriaa kuvaavan mittalinjan luominen oli vaivalloista. Tästä tehtiinkin yksi monista havainnoista: tiedon varmuustasosta ja tarkastajaa palvelevasta olennaisesta tiedosta, joka ei ole suoraan nähtävissä, tulee luoda uusi ominaisuustieto ja tietokenttä. Rakennneosien määrittämisessä tarkastuslinjaruudukkoon oli haasteita erityisesti suuaukon osalta, ja tämä tunnistettiin ohjeistettavaksi asiaksi. Myös tiedon minimitasoa, syötetyn tiedon tarkastettavuutta ja kattavuutta tunnelin ympäristössä pohdittiin ja näistä tehtiin ratkaisuehdotuksia. Dokumenttien käsittelystä tehtiin runsaasti huomioita. Yhteinen tekijä oli aikaa vievien ja toistuvien toimenpiteiden minimoiminen, jonka saavuttamiseksi tehtiin ehdotuksia.

Haastattelututkimuksessa haastateltiin 10 Taitorakennerekisterin kanssa tekemisissä olevaa asiantuntijaa. Henkilöhaastattelujen tavoite oli muodostaa käsitys Taitorakennerekisteriä käyttävien henkilöiden kokemuksista, tietotarpeista ja toiveista. Selvisi, että taustan mukaan käyttäjien tietotarpeet poikkesivat toisistaan varsin suuresti. Kehitysehdotuksia kerättiin runsaasti ja havaittiin, että empiirisessä tutkimuksessa ja asiantuntijahaastatteluissa nousi esiin identtisiä kehitysehdotuksia.

## **7.2 Suositukset jatkotoimenpiteiksi**

Työssä onnistuttiin eri tutkimusmenetelmin tunnistamaan useita kehityskohteita. Työssä luotiin uusia määrittelyksiä, ehdotuksia sekä nostettiin esiin asioita, joista tulee tehdä lisätutkimusta. Lisätutkimuksen tarkoituksena on varmistaa, että tulevaan tunneleiden tiedonsyöttöohjeeseen kirjattavat asiat vastaavat parhaiksi katsottuja käytäntöjä, ja yhteiset toimintatavat voidaan sopia jo ennen virallisen ohjeen julkistamista. Tutkimuksen johtopäätöksenä on, että jatkotyönä kirjoitettavalle Taitorakennerekisterin tunneleiden tiedonsyöttöohjeelle on selkeä tarve.

Lisätutkimusta vaativat myös muun muassa eri tunnelityyppien standardikuvausten sisältö- ja rakenneosien ominaisuustietotarpeet. Standardikuvausten tarkoitus on toimia tiedonsyötön mallipohjana. Silloille on jo luotu standardikuvaukset. Yhtenäiset toimintatavat ja jäsennellyn tietosisällön vaatimusten määrittely takaavat, että Taitorakennerekisterin tieto on laadukasta, luotettavaa ja mahdollisimman käyttökelpoista.



## Lähdeluettelo

Bridge and Tunnel Management, BaTMan (2020) Trafikverketin Ruotsin taitorakenteiden tietovarasto ja omaisuudenhallintajärjestelmä. Saatavissa: <https://batman.trafikverket.se/externportal>.

buildingSMART Finland (2019) Yleiset inframallivaatimukset YIV. [Viitattu 19.3.2020] Saatavissa: <https://buildingsmart.fi/infrabim/yiv/>.

EUR-Lex (2004) EU:n lainsäädäntö- ja oikeussivusto. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/54/EY Euroopan laajuisen tieverkon tunnelien turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista [Viitattu 14.5.2020] Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0054&from=en>.

Google Maps (2020) Googlen karttapalvelu. Saatavissa: <https://www.google.fi/maps>.

Grönroos, M. (2018) Suomen maantietunnelit. [Viitattu 14.2.2020] Saatavissa: <https://www.mattigronroos.fi/w/index.php/Tunnelit>.

Grönroos, M. (2020) Valtatie 1 Helsinki-Turku. [Viitattu 2.3.2020] Saatavissa: [https://www.mattigronroos.fi/w/index.php/Valtatie\\_1](https://www.mattigronroos.fi/w/index.php/Valtatie_1).

Helsingin kaupunginkirjasto (2017) Helsingin kaupungin tietopalvelu. Valtatien ykkösen tunnelien numeroinnista. [Viitattu 2.3.2020] Saatavissa: <http://www.kysy.fi/kysymys/valtatie-ykkosen-tunnelien-numeroinnista-tunnelit-1-3>.

Karttapaikka (2020) Maanmittauslaitoksen karttapalvelu. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/karttapaikka>.

Kivelä, A. (2020) Työmaamestari, NRC Group Finland. Sähköposti tekijälle. 26.2.2020.

Klemettilä, E. (2020) Johtava asiantuntija, silta- ja taitorakenteet, A-Insinöörit Civil Oy. Haastattelu sähköpostitse 24.2.2020. Espoo.

Korpela, K. (2020) Tietunneleiden liikenteen hallinta ja turvallisuus, tekniset laitteet, asiantuntija, Väylävirasto. Puhelinhaastattelu 7.4.2020. Espoo.

Kymen Sanomat (2018) Tiedätkö millä logiikalla E18-tien tunnelit on nimetty? [Viitattu 2.3.2020] Saatavissa: <https://kymensanomat.fi/uutiset/lahella/b66b6b94-e19c-49a6-9f86-f31a5c58ce86>.

Liikennevirasto (2013) Taitorakenteiden tarkastusohje. Liikenneviraston ohjeita 17/2013. 152 s. Helsinki. ISBN 978-952-255-274-7. [Viitattu 19.2.2020] Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2013-17\\_taitorakenteiden\\_tarkastusohje\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-17_taitorakenteiden_tarkastusohje_web.pdf).

Liikennevirasto (2014) Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastusohje. Liikenneviraston ohjeita 30/2014. 72 s. Helsinki. ISBN 978-952-255-500-7. [Viitattu 21.2.2020] Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2014-30\\_taitorakenteiden\\_rakennussuunnitelmien\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-30_taitorakenteiden_rakennussuunnitelmien_web.pdf).

Liikennevirasto (2016) Liikenneviraston sillat 1.1.2016. Liikenneviraston tilastoja 5/2016. 176 s. Helsinki. ISBN 978-952-317-285-2. [Viitattu 20.2.2020] Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lti\\_2016-05\\_liikenneviraston\\_sillat\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lti_2016-05_liikenneviraston_sillat_web.pdf).

Liikennevirasto (2017) Tietunnelin rakennetekniset ohjeet. Liikenneviraston ohjeita 34/2017. 67 s. Helsinki. ISBN 978-952-317-432-0. [Viitattu 12.5.2020] Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2017-34\\_tietunnelin\\_rakennetekniset\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-34_tietunnelin_rakennetekniset_web.pdf).

Liikennevirasto (2018a) Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 18, Rautatietunnelit. Liikenneviraston ohjeita 19/2018. 91 s. Helsinki. ISBN 978-952-317-559-4. [Viitattu 20.5.2020] Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-19\\_rato18\\_rautatietunnelit\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-19_rato18_rautatietunnelit_web.pdf).

Liikennevirasto (2018b) Taitorakenteiden tiedon käsittely - Tiedon syöttäminen taitorakennerekisteriin ja dokumenttien toimittaminen arkistoon. Liikenneviraston ohjeita 36/2018. 141 s. Helsinki. ISBN 978-952-317-617-1. [Viitattu 25.2.2020] Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-36\\_taitorakenteiden\\_tiedon\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-36_taitorakenteiden_tiedon_web.pdf).

Miyamoto, A. (2015) Development and Practical Application of a Bridge Management System (J-BMS) in Japan. Civil Engineering Infrastructures Journal [Viitattu 25.5.2020]

Männistö, V. (2016) Liikenneviraston omaisuudenhallinnan tila ja kehityssuunnat. Liikenneviraston esitys. [Viitattu 5.3.2020] Saatavissa: <https://kuntatekniikka.fi/wp-content/uploads/sites/2/2014/11/Liikenneviraston-omaisuudenhallinnan-tila-ja-kehityssuunnat-Vesa-M%C3%A4nnist%C3%B6.pdf>.

Mörsell, J. (2017) Bridge and Tunnel Management (BaTMan). Trafikverket presentaatio. [Viitattu 25.6.2020].

Paattilampi, H. (2020) Siltaisinööri, Pirkanmaan ELY-keskus. Puhelinhaastattelu 7.4.2020. Espoo.

Paikkatietoikkuna (2020) Maanmittauslaitoksen ja muiden paikkatiedon tuottajien paikkatietoportaali. Saatavissa: <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/?lang=fi>.

Poikolainen, J. (2020) Projektipäällikkö, Sweco. Haastattelu Skypellä 11.3.2020. Espoo.

Onninen, N. (2020) Asiantuntija, taitorakenneyksikkö, Väylävirasto. Haastattelu sähköpostitse 24.2.2020. Espoo.

Rytkönen, A. (2020) Kehittämispäällikkö, Taitorakennerekisteri, sillat ja tunnelit, Väylävirasto. Haastattelu 6.2.2020. Helsinki.

Siippola, S. (2020) Tarkastaja, silta- ja erikoisrakenteet, Insinööritoimisto Suunnittelukide Oy. Haastattelu sähköpostitse 12.2.2020. Espoo.

Sipola, U. (2020) Kalliorakennesuunnittelija, kalliotilat ja tunnelit, Sitowise Oy. Haastattelu 13.2.2020. Espoo.

Stratt, R.S. (2010) Bridge Management a System Approach for Decision Making. School of Doctoral Studies (European Union) Journal. [Viitattu: 25.5.2020]

Taitorakennerekisteri (2020) Väyläviraston taitorakenteiden tietovarasto ja omaisuudenhallintajärjestelmä. Saatavissa: <https://extranet.vayla.fi/trex/> (käyttö vaatii käyttöoikeuden ja kirjautumisen).

Trafikverket (2020) Tietoa Liikennevirastosta. [Viitattu 25.5.2020] Saatavissa: <https://www.trafikverket.se/om-oss/kontakt/Om-webbplatsen/Andra-sprak/Suomi-Finska/Tietoa-Liikennelaitoksesta/>.

Uuttu, M. (2020) Rataisännöinti, kunnossapitoalue 2, Etelä-Suomi, Rejlers Finland Oy. Haastattelu sähköpostitse 20.2.2020. Espoo.

Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kirjaamo (2019) Kirjaamon asianhallinnan asiantuntija, asianhallinta ja virastopalvelut-yksikkö, ryhmä 2 läntinen alue. Sähköposti tekijälle. 27.11.2019.

Väylävirasto (2017) Taitorakennerekisteri otetaan käyttöön 22.2.2017. [Viitattu 25.2.2020] Saatavissa: <https://vayla.fi/-/taitorakennerekisteri-otetaan-kayttoon-22-2-2017#.XlwqO2gzZPY>.

Väylävirasto (2019a) Kalliotunnelin kalliotekninen suunnitteluohje. Väyläviraston ohjeita 28/2019. 103 s. Helsinki. [Viitattu 12.5.2020] Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2019-28\\_kalliotunnelin\\_kalliotekninen\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2019-28_kalliotunnelin_kalliotekninen_web.pdf).

Väylävirasto (2019b) Taitorakennerekisteri, tunnelit, yleinen teoria ja tiedon syöttäminen, tiedon muokkaajakoulutus 17.5.2019.

Väyläviraston arkisto (2019) Arkiston asiakaspalvelija, Väylävirasto. Sähköposti tekijälle. 20.11.2019.

## Liite 1. Haastattelukutsu

Haastattelupyyntö Väyläviraston Taitorakennerekisterin tunnelitietojen kehittämiseksi

Hei!

Olen kirjoittamassa Taitorakennerekisterin tunnelitietojen syöttöohjetta Väylävirastolle. Tämä on osa diplomityötä, joka tullaan julkaisemaan myös Väyläviraston opinnäytetyönä.

Ohjeen tavoitteena on antaa tunneleihin liittyvien tietojen luojille ja hyödyntäjille mahdollisimman käyttökelpoinen, selkeä ja yhtenäinen kuvaus siitä, mitä tunneleihin liittyvää tietoa Taitorakennerekisterissä tulee olla. Työssä tullaan tarkastelemaan mm. Isokylän tunnelia.

Osana tätä kehitystyötä haastattelen ensisijaisesti tunnelihankkeisiin liittyviä osapuolia kuten omistajia, suunnittelijoita, tarkastajia, kunnossapitäjiä ja urakoitsijoita. Tarkoituksena on koota käsitys eri osapuolten tarpeista ja toiveista.

Toivon, että voit osallistua ja auttaa kehitystyötä kertomalla omat kokemuksesi Taitorakennerekisteristä. Liitteenä olevien haastattelukysymysten on tarkoitus toimia keskustelun pohjana. Tulen mielelläni tapaamaan sinua. Voimme myös olla etäyhteydessä, tai voit vastata kysymyksiin sähköpostitse.

Jos et ole käyttänyt Taitorakennerekisteriä, voit silti vastata kysymyksiin siitä, mitä tietoa tuotat muille hankeen osapuolille ja tarvitset muilta osapuolilta työsi suorittamiseksi. Tämä tieto auttaa kehittämään Taitorakennerekisterin sisältöä paremmin hyödynnettävään suuntaan.

Mikäli et ole oikea henkilö haastateltavaksi mutta tiedät Taitorakennerekisteriä käyttävän tai muuten tässä kehitystyössä auttamaan pystyvän henkilön, toivon että voisit välittää tämän viestin eteenpäin ja lähettää minulle tämän henkilön yhteystiedot.

Arvostan, jos voisit ilmoittaa osallistumismahdollisuudestasi mahdollisimman pian.

Työssä ovat mukana ohjaajana Vesa-Matti Matikainen A-Insinöörit Civil Oy:stä sekä työn tilaajan edustajana Simo Nykänen ja Markku Äijälä Väylävirastolta.

Kiitos ajastasi!

Ystävällisin terveisin,

Samu Karlsson  
Tietomallipäällikkö  
Geo- ja kalliotekniikka  
A-Insinöörit Civil Oy

## **Liite 2. Haastattelukysymykset**

### **Diplomityön**

## **Taitorakennerekisterin tunneleiden tietosisällön kehittäminen** **kysymyspatteristo**

1. Oma toimenkuvasi ja roolisi Taitorakennerekisterin käytössä?
2. Oma kokemuksesi Taitorakennerekisterin käytöstä?
  - a. Mitä Taitorakennerekisterin tietoja olet käyttänyt tai olet vienyt rekisteriin?
  - b. Jos olet vienyt tietoa, niin missä laajuudessa?
3. Minkälaista tietoa olet tähän mennessä tarvinnut Taitorakennerekisteristä tai olisit tarvinnut ja missä yhteydessä?
  - a. Onko tieto löytynyt ja onko se ollut helposti löydettävissä?
  - b. Mistä olet tiedon saanut, jos tietoa ei ole löytynyt Taitorakennerekisteristä?
  - c. Mikä tieto on turhaa? Mikä tieto on välttämätöntä? Tiedon oikeellisuuden varmistaminen?
4. Mitä tietoja Taitorakennerekisteriä käyttävät eri osapuolet tarvitsevat?
  - a. Kunnossapitäjä: Mitä tietoja olet tarvinnut / tarvitset tunnelin omistajalta, entä tarkastajalta?
  - b. Tunnelin omistaja: Mitä tietoja olet tarvinnut / tarvitset tarkastajalta, entä kunnossapitäjältä?
  - c. Tarkastaja: mitä lähtötietoja olet käyttänyt tai tarvitset tarkastusta varten? Entä mitä tietoja tarvitset tietystä rakenneosasta (esim. tunnelin suuaukon betonikaulus)?
5. Minkälaista aineistoa eri osapuolilta syntyy, missä muodossa ja syötetäänkö se tällä hetkellä Taitorakennerekisteriin toisten osapuolten hyödynnettäväksi?
  - a. Tarkastajalta?
  - b. Kunnossapitäjältä?
  - c. Suunnittelijoilta?
  - d. Urakoitsijoilta?
  - e. Omistajalta?
6. Omat kehitysehdotukset?
  - a. Toteutuvatko tarpeet: mitä nykyään tehdään, joka tulisi tehdä eri tavalla?
  - b. Mitä tarvittavaa tietoa ei tällä hetkellä pysty viemään Taitorakennerekisteriin?

## Liite 3. Dokumentteihin liitettävät tiedot

Tässä listatut dokumentteihin liitettävät tiedot ovat Taitorakennerekisterissä tämän diplomityön kirjoittamisen hetkellä olemassa olevat vaihtoehdot (Taitorakennerekisteri 2020).

### **Otsikko \***

Asiakirjaa kuvaava otsikko. Esimerkiksi "Yleispiirustus".

### **Tyyppi \***

Määrittää dokumentin tyypin/kategorian, johon dokumentti kuuluu.

Suunnitteluasiakirjat

- Geotekniset asiakirjat (suunn.)
- Suunnitelmamallit
- Suunnitelmapiirustukset
- Toteumapiirustukset
- Alkuperäiset/toteumapiirustukset (tulossa, harmaana)
- Laskelmat
- Ominaistietokortit
- Muut suunnitteluasiakirjat

Rakentamisasiakirjat

- Geotekniset asiakirjat (rak.)
- Laatuasiakirjat
- Muut rakentamisasiakirjat
- Toteumamallit

Tarkastusraportit

- Erikoistarkastukset
- Analyysiraportit
- Muut tarkastusraportit

Kantavuustarkastelut

- Painorajoitustarkastelut
- Koekuormitukset
- Muut kantavuustarkastelut
- Valvotun kuljetuksen ajolinja

Korjausasiakirjat

- Geotekniset asiakirjat (korj.)
- Korjausmallit
- Korjauspiirustukset
- Korjauslaskelmat
- Muut korjausasiakirjat
- Toteumapiirustukset (korj.)

## Sopimukset

Omistajavaihdokset  
Kunnossapitosopimukset  
Putki- ja kaapelisopimukset  
Muut sopimukset

## **Suunnitelmanumero \***

Rakenteen suunnitelmanumero. Rakennesuunnitelmanumeroiden listan ylläpito tapahtuu rakenteen perustietojen kautta.

## **Tyypikohtainen tunniste \***

Piirustukselle ja laskelmalle pakollinen tunniste, esim. "A-1" tai "L1"

## **Tietoturvasaso \***

Julkinen tieto

Dokumentti näkyy kaikille käyttäjryhmille.

ST IV: Käyttö rajoitettu

Dokumentti näkyy vain ST IV -tason käyttöoikeuden omaaville henkilöille. Dokumentin oikeudeton paljastaminen voi aiheuttaa haittaa. Esimerkiksi piirustukset ovat ST IV -tason asiakirjoja.

ST III: Luottamuksellinen\*\*

Dokumentti näkyy vain ST III -tason käyttöoikeuden omaaville henkilöille. Dokumentin oikeudeton paljastaminen voi aiheuttaa vahinkoa. Esimerkiksi laskelmat ja erilaiset kantavuustarkastelut ovat ST III -tason asiakirjoja.

## **Tarkastus**

Tällä hetkellä dokumentin voi liittää tarkastukseen ainoastaan tarkastusnäköymästä

## **Korjaus**

Tällä hetkellä dokumentin voi liittää korjaukseen ainoastaan korjausnäköymästä

## **Tapahtuma**

Valmistuminen, omistajan vaihdos, seuraava tarkastus

## **Rakenneosa**

Mihin dokumentti liittyy, esim. verhousrakenteet, louhinnat, kallion lujitukset

## **Tila \***

Aktiivinen, perinnearkisto, purettu

## **Laatimispäivämäärä \***

## **Dokumentin tuottanut organisaatio**

Dokumentin tuottaneen organisaation nimi

**Diaarinumero**

Mahdollisen asianhallinnan asian diaarinumero.

**Tagit**

Vapaamuotoinen tunniste dokumentille, voit lisätä dokumentille useita tageja. Voidaan myöhemmin hyödyntää hauissa ja luokitteluissa.

**Kuvaus**

Vapaamuotoinen kuvaus dokumentista

**Tallentaja**

Tallentuu automaattisesti



## Liite 4. Tunneleiden rakennekuvauksen tiedon hierarkia rakenneosiin asti

### KOKOAVA PÄÄRAKENNEOSA

(LIKENNETUNNELIT, TEKNISET TILAT JA YHTEYDET, YLEISÖTILAT JA YHTEYDET, LAITTEET JA VARUSTEET)

- **PÄÄRAKENNEOSA**
  - **Kokoava kokoonpano**
    - Kokoonpano
      - Rakenneosa

### LIKENNETUNNELIT

- **AJONEUVOTUNNELI Kokoonpano 24**
  - **Kaivot Kokoonpano 1**
    - Kaivo Kokoonpanon osa
  - **Kallion lujitukset Kokoonpano 1**
    - Kallion lujitus Kokoonpano 4
      - Kalliopultti Kokoonpanon osa
      - Kallioverkko Kokoonpanon osa
      - Ruiskubetoni Kokoonpanon osa
      - Tukirakenne Kokoonpanon osa
  - **Kallion tiivistykset Kokoonpano 1**
    - Kallion tiivistys Kokoonpano 2
      - Injektointi Kokoonpanon osa
      - Vedeneriste Kokoonpanon osa
  - **Kalusteet Kokoonpano 1**
    - Kaluste Kokoonpanon osa
  - **Kanavat Kokoonpano 1**
    - Kanava Kokoonpanon osa
  - **Kojeistot Kokoonpano 1**
    - Kojeisto Kokoonpanon osa
  - **Laitekaapit Kokoonpanon osa 1**
    - Kaappi Kokoonpanon osa
  - **Laitteet ja varusteet Kokoonpano**
  - **Louhinnat Kokoonpanon osa 1**
    - Louhinta Kokoonpano 2

- Kallio-otsa Kokoonpanon osa
- Kalliopinta Kokoonpanon osa

- **Paineilmakompressorit Kokoonpano 1**

- Paineilmakompressorin Kokoonpanon osa

- **Pellit Kokoonpano 1**

- Pelti Kokoonpanon osa

- **Piiput Kokoonpano 1**

- Piippu Kokoonpanon osa

- **Puhaltimet Kokoonpano 1**

- Puhallin Kokoonpanon osa

- **Pumput Kokoonpano 1**

- Pumppu Kokoonpanon osa

- **Putket Kokoonpano 1**

- Putki Kokoonpanon osa

- **Päätelaitteet Kokoonpano 1**

- Päätelaite Kokoonpanon osa

- **Rakenneprofiilit Kokoonpano 1**

- **Rakenneprofiili Kokoonpano 9**

- Eriste Kokoonpanon osa
    - Holvi Kokoonpanon osa
    - Kansilaatta Kokoonpanon osa
    - Palkki Kokoonpanon osa
    - Pilari Kokoonpanon osa
    - Pohjalaatta Kokoonpanon osa
    - Seinä Kokoonpanon osa
    - Seinän alaosa Kokoonpanon osa
    - Tukimuuri Kokoonpanon osa

- **Ruiskubetonisalojat Kokoonpano 1**

- Ruiskubetonisaloja Kokoonpanon osa

- **Suuttimet Kokoonpano 1**

- Suutin Kokoonpanon osa

- **Tierakenteet Kokoonpano 1**

- Tierakenne Kokoonpano 7

- Eristekerros Kokoonpanon osa
    - Jakavakerros Kokoonpanon osa
    - Kantavakerros Kokoonpanon osa
    - Päällyste Kokoonpanon osa

- Salaojakerros Kokoonpanon osa
- Suodatinrakenne Kokoonpanon osa
- Täyttökerros Kokoonpanon osa

- **Venttiilit Kokoonpano 1**

- Venttiili Kokoonpanon osa

- **Verhousrakenteet Kokoonpano 1**

- Verhousrakenne Kokoonpano 11
  - Eriste Kokoonpanon osa
  - Liikuntasauma Kokoonpanon osa
  - Luukku Kokoonpanon osa
  - Ovi Kokoonpanon osa
  - Palokatko Kokoonpanon osa
  - Perustus Kokoonpanon osa
  - Ripustus Kokoonpanon osa
  - Ruiskubetoni Kokoonpanon osa
  - Seinä Kokoonpanon osa
  - Seinän alaosa Kokoonpanon osa
  - Tuenta Kokoonpanon osa

- **Väylän sivulla olevat rakenteet Kokoonpano 1**

- Väylän sivulla oleva rakenne Kokoonpanon osa 2
  - Päällyste Kokoonpanon osa
  - Reunakivi Kokoonpanon osa

- **Ympäristöt Kokoonpano 1**

- Ympäristö Kokoonpano 5
  - Aita Kokoonpanon osa
  - Kosketussuoja Kokoonpanon osa
  - Luiska Kokoonpanon osa
  - Portti Kokoonpanon osa
  - Viherrakenne Kokoonpanon osa

- **ANTURA**

- **KIVIKORI**

- **LIIKENNEYMPYRÄ Kokoonpano 6**

- **Kallion lujitukset Kokoonpano 1**

- **Kallion tiivistykset Kokoonpano 1**

- **Laitteet ja varusteet** Kokoonpano
- **Tierakenteet** Kokoonpano 1
- **Verhousrakenteet** Kokoonpano 1
- **Väylän sivulla olevat rakenteet** Kokoonpano 1

- **LYÖNTIPAALU**

- **PORAPAALU**

- **RAITEENVAIHTOPIIKKA** Kokoonpano 9
  - **Kallion lujitukset** Kokoonpano 1
  - **Kallion tiivistykset** Kokoonpano 1
  - **Laitteet ja varusteet** Kokoonpano
  - **Louhinnat** Kokoonpanon osa 1
  - **Radan alusrakenteet** Kokoonpano 1
    - Radan alusrakenne Kokoonpano 8
      - Eristekerros Kokoonpanon osa
      - Eristyskerros Kokoonpanon osa
      - Pohjan betonointi Kokoonpanon osa
      - Routaeristeet Kokoonpanon osa
      - Runkoäänimelueristeet Kokoonpanon osa
      - Tärinäeristeet Kokoonpanon osa
      - Täyttökerros Kokoonpanon osa
      - Välikerros Kokoonpanon osa
  - **Radan päällysrakenteet** Kokoonpano 1
    - Radan päällysrakenne Kokoonpano 7
      - Ratakisko Kokoonpanon osa
      - Ratakiskon jatkososa Kokoonpanon osa
      - Ratakiskon kiinnitysosa Kokoonpanon osa
      - Ratapölkky Kokoonpanon osa
      - Tasoristeyselementti Kokoonpanon osa
      - Tukikerros Kokoonpanon osa
      - Vaihde Kokoonpanon osa
  - **Rakenneprofiilit** Kokoonpano 1
  - **Verhousrakenteet** Kokoonpano 1
  - **Väylän sivulla olevat rakenteet** Kokoonpano 1

- **RATATUNNELI** Kokoonpano 38

- **Ajojohtimet** Kokoonpano 1
- **Akselinlaskijat** Kokoonpano 1
- **Baliisit** Kokoonpano 1
- **Johtimet** Kokoonpano 1
- **Kaapelit** Kokoonpano 1
- **Kaivot** Kokoonpano 1
- **Kallion lujitukset** Kokoonpano 1
- **Kallion tiivistykset** Kokoonpano 1
- **Kalusteet** Kokoonpano 1
- **Kanavat** Kokoonpano 1
- **Kiintoajojohtimet** Kokoonpano 1
- **Kiristyslaitteet** Kokoonpano 1
- **Kojeistot** Kokoonpano 1
- **Kääntöorret** Kokoonpano 1
- **Laitekaapit** Kokoonpanon osa 1
- **Laitetilat** Kokoonpanon osa 1
- **Laitteet ja varusteet** Kokoonpano
- **Louhinnat** Kokoonpanon osa 1
- **Maadoitukset** Kokoonpano 1
- **Maadoituserottimet** Kokoonpano 1
- **Muuntajat** Kokoonpano 1
- **Opastimet** Kokoonpano 1
- **Otsapinnat** Kokoonpano 1
- **Paineilmakompressorit** Kokoonpano 1
- **Pellit** Kokoonpano 1
- **Piiput** Kokoonpano 1
- **Puhaltimet** Kokoonpano 1
- **Pumput** Kokoonpano 1
- **Putket** Kokoonpano 1
- **Päätelaitteet** Kokoonpano 1
- **Radan alusrakenteet** Kokoonpano 1
- **Radan päällysrakenteet** Kokoonpano 1
- **Rakenneprofiilit** Kokoonpano 1
- **Ruiskubetonisaloajat** Kokoonpano 1
- **Suuttimet** Kokoonpano 1
- **Venttiilit** Kokoonpano 1
- **Verhousrakenteet** Kokoonpano 1
- **Väylän sivulla olevat rakenteet** Kokoonpano 1

## **TEKNISET TILAT JA YHTEYDET**

- **HUOLTOTUNNELIT Kokoonpano 16**
  - **Huoltotunneli Kokoonpano 9**
    - Kallion lujitukset Kokoonpano 1
    - Kallion tiivistykset Kokoonpano 1
    - Laitteet ja varusteet Kokoonpano
    - Louhinnat Kokoonpanon osa 1

- Otsapinnat Kokoonpano 1
- Rakenneprofiilit Kokoonpano 1
- Tierakenteet Kokoonpano 1
- Verhousrakenteet Kokoonpano 1
- Väylän sivulla olevat rakenteet Kokoonpano 1
- **Kaivot Kokoonpano 1**
- **Kalusteet Kokoonpano 1**
- **Kanavat Kokoonpano 1**
- **Kojeistot Kokoonpano 1**
- **Laitekaapit Kokoonpanon osa 1**
- **Paineilmakompressorit Kokoonpano 1**
- **Pellit Kokoonpano 1**
- **Piiput Kokoonpano 1**
- **Puhaltimet Kokoonpano 1**
- **Pumput Kokoonpano 1**
- **Putket Kokoonpano 1**
- **Päätelaitteet Kokoonpano 1**
- **Ruiskubetonisaloajat Kokoonpano 1**
- **Suuttimet Kokoonpano 1**
- **Venttiilit Kokoonpano 1**
- **KUILUT Kokoonpano 1**
  - **Kuilu Kokoonpano 6**
    - Kallion lujitukset Kokoonpano 1
    - Kallion tiivistykset Kokoonpano 1
    - Laitteet ja varusteet Kokoonpano
    - Louhinnat Kokoonpanon osa 1
    - Rakenneprofiilit Kokoonpano 1
    - Verhousrakenteet Kokoonpano 1
- **TEKNISET LAITETILAT Kokoonpano 1**
  - **Tekninen laitetila Kokoonpano 20**
    - Kaivot Kokoonpano 1
    - Kallion lujitukset Kokoonpano 1
    - Kallion tiivistykset Kokoonpano 1
    - Kalusteet Kokoonpano 1
    - Kanavat Kokoonpano 1
    - Kojeistot Kokoonpano 1
    - Laitekaapit Kokoonpanon osa 1
    - Laitteet ja varusteet Kokoonpano
    - Paineilmakompressorit Kokoonpano 1
    - Pellit Kokoonpano 1
    - Piiput Kokoonpano 1
    - Puhaltimet Kokoonpano 1
    - Pumput Kokoonpano 1
    - Putket Kokoonpano 1
    - Päätelaitteet Kokoonpano 1
    - Ruiskubetonisaloajat Kokoonpano 1

- Suuttimet Kokoonpano 1
- Tila Kokoonpano
- Venttiilit Kokoonpano 1
- Verhousrakenteet Kokoonpano 1
  
- **TYÖTUNNELIT Kokoonpano 1**
  - **Työtunneli Kokoonpano 9**
    - Kallion lujitukset Kokoonpano 1
    - Kallion tiivistykset Kokoonpano 1
    - Laitteet ja varusteet Kokoonpano
    - Louhinnat Kokoonpanon osa 1
    - Otsapinnat Kokoonpano 1
    - Rakenneprofilit Kokoonpano 1
    - Tierakenteet Kokoonpano 1
    - Verhousrakenteet Kokoonpano 1
    - Väylän sivulla olevat rakenteet Kokoonpano 1
  
- **YHDYSTUNNELIT Kokoonpano 16**
  - **Kaivot Kokoonpano 1**
  - **Kalusteet Kokoonpano 1**
  - **Kanavat Kokoonpano 1**
  - **Kojeistot Kokoonpano 1**
  - **Laitekaapit Kokoonpanon osa 1**
  - **Paineilmakompressorit Kokoonpano 1**
  - **Pellit Kokoonpano 1**
  - **Piiput Kokoonpano 1**
  - **Puhaltimet Kokoonpano 1**
  - **Pumput Kokoonpano 1**
  - **Putket Kokoonpano 1**
  - **Päätelaitteet Kokoonpano 1**
  - **Ruiskubetonisaloajat Kokoonpano 1**
  - **Suuttimet Kokoonpano 1**
  - **Venttiilit Kokoonpano 1**
  - **Yhdystunneli Kokoonpano 8**
    - Kallion lujitukset Kokoonpano 1
    - Kallion tiivistykset Kokoonpano 1
    - Laitteet ja varusteet Kokoonpano
    - Louhinnat Kokoonpanon osa 1
    - Rakenneprofilit Kokoonpano 1
    - Tierakenteet Kokoonpano 1
    - Verhousrakenteet Kokoonpano 1
    - Väylän sivulla olevat rakenteet Kokoonpano 1

## **YLEISÖTILAT JA YHTEYDET**

- **ASEMAT** Kokoonpano 1
  - **Asema** Kokoonpano 7
    - Kallion lujitukset Kokoonpano 1
    - Kallion tiivistykset Kokoonpano 1
    - Laitteet ja varusteet Kokoonpano
    - Radan alusrakenteet Kokoonpano 1
    - Radan päällysrakenteet Kokoonpano 1
    - Verhousrakenteet Kokoonpano 1
    - Väylän sivulla olevat rakenteet Kokoonpano 1
- **JALANKULKUTUNNELIT** Kokoonpano 1
  - **Jalankulkutunneli** Kokoonpano 9
    - Kallion lujitukset Kokoonpano 1
    - Kallion tiivistykset Kokoonpano 1
    - Laitteet ja varusteet Kokoonpano
    - Louhinnat Kokoonpanon osa 1
    - Otsapinnat Kokoonpano 1
    - Rakenneprofiilit Kokoonpano 1
    - Tierakenteet Kokoonpano 1
    - Verhousrakenteet Kokoonpano 1
    - Väylän sivulla olevat rakenteet Kokoonpano 1
- **RAKENNUKSET** Kokoonpano 1
  - **Rakennus** Kokoonpano
- **YLEISÖTILAT JA YHTEYDET** Kokoonpano 3
  - **Radan alusrakenteet** Kokoonpano 1
  - **Radan päällysrakenteet** Kokoonpano 1
  - **Tierakenteet** Kokoonpano 1

## **LAITTEET JA VARUSTEET**

- **AKUSTOT** Kokoonpano 1
- **ANTENNIT** Kokoonpano 1
- **ANTURIT** Kokoonpano 1
- **HÄIKÄISYMITTARIT** Kokoonpano 1
- **HÄTÄASEMAKAAPIT** Kokoonpano 1
- **ILMAISIMET** Kokoonpano 1
- **JAKAJAT/HAAROITTIMET** Kokoonpano 1
- **JALUSTAT** Kokoonpano 1
- **JOHTOTIET** Kokoonpano 1
- **KAIUTTIMET** Kokoonpano 1
- **KAMERAT** Kokoonpano 1
- **KANNAKE**
- **KESKUKSET** Kokoonpano 1
- **KIINNIKE**



- KISKOSILLAT Kokoonpano 1
- KOMPENSOINTI-/SUODATINLAITTEISTOT Kokoonpano 1
- KUULUTUSKOJEET Kokoonpano 1
- KÄSISAMMUTTIMET Kokoonpano 1
- KÄYTTÖLAITTEET Kokoonpano 1
- LIIKENNEVALOT Kokoonpano 1
- LISÄMERKKIVALOT Kokoonpano 1
- LUMINANSSIMITTARIT Kokoonpano 1
- MAADOITUSKAAPELIT/ELEKTRODIT Kokoonpano 1
- MAADOITUSKISKOT Kokoonpano 1
- MASTOT Kokoonpano 1
- OHJAUSKESKUKSET Kokoonpano 1
- OPASTINKOTELOT Kokoonpano 1
- OVIRAJAT/ANTURIT Kokoonpano 1
- PAINEENKOROTUSJÄRJESTELMÄT Kokoonpano 1
- PALOILMOITINPAINIKKEET Kokoonpano 1
- PALOKELLOT Kokoonpano 1
- PORRAS
- PORTAALIRAKENTEET Kokoonpano 1
- PUHELINKOJEET Kokoonpano 1
- PUOMILAITTEISTOT Kokoonpano 1
- PUOMIVARRET Kokoonpano 1
- PYLVÄÄT Kokoonpano 1
- SAATTOLÄMMITYSKAAPELIT Kokoonpano 1
- SÄHKÖKOJEET Kokoonpano 1
- TAAJUUSMUUTTAJAT Kokoonpano 1
- TIKAS
- TOIMILAITTEET Kokoonpano 1
- TURVAKYTKIMET Kokoonpano 1
- UPS-LAITTEET Kokoonpano 1
- VALAISIMET Kokoonpano 1
- VARAVOIMAKONEET Kokoonpano 1
- VUOTAVAT KAAPELIT Kokoonpano